Phys. g. 121^b (2 Fischer J. C.

<36603773000012

<36603773000012

Bayer. Staatsbibliothek

Phyſikaliſches
Wörterbuch

oder

Erklärung der vornehmſten zur Phyſik gehörigen Begriffe und Kunſtwörter

ſo wohl

nach atomiſtiſcher als auch nach dynamiſcher Lehrart betrachtet

mit

kurzen beygefügten Nachrichten von der Geſchichte der Erfindungen und Beſchreibungen der Werkzeuge

in

alphabetiſcher Ordnung

von

D. Johann Carl Fiſcher

der Philoſophie Prof. zu Jena, der mathematiſch-phyſikaliſchen Geſellſchaft zu Erfurth und der mineralogiſchen Geſellſchaft zu Jena Ehrenmitgliede.

Zweyter Theil.

Von Elektr. bis Hyp.

Mit fünf Kupfertafeln in Quart.

Göttingen
bey Johann Chriſtian Dieterich
1799.

Bayerische Staatsbibliothek München

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Phyſikaliſches
Wörterbuch

oder

Erklärung der vornehmſten zur Phyſik gehörigen Begriffe und Kunſtwörter nach alphabetiſcher Ordnung.

Elektricitätsſammler des Cavallo, Collektor der Elektricität (collector electricitatis, collecteur de l'électricité) iſt eine von **Cavallo** *) angegebene Vorrichtung, ſehr kleine Quantitäten von künſtlicher oder natürlicher Elektricität bemerkbar zu machen, und ihre Beſchaffenheit, ob ſie + E oder — E iſt, zu erkennen. **Cavallo** gab zuerſt eine Einrichtung an, geringe Mengen von Elektricität zu erforſchen, wovon unter dem Artickel **Elektricitätsverdoppler** einige Nachricht ertheilt werden ſoll; kurz darauf verbeſſerte er aber dieſe Einrichtung, und gab ihr den Nahmen **Elektricitätsſammler** (collector of electricity).

Es beſteht dieſer Collektor in einer Zinnplatte (Fig. 1.) abcd, 13 Zoll lang und 8 Zoll breit, an deren beyden kürzern Seiten zwey zinnerne Röhren ad und bc angelöthet und an beyden Enden offen ſind. Die untern Oeffnungen dieſer beyden Zinnröhren werden auf die obern Enden zweyer auf einem hölzernen Fußgeſtelle bey e und f vertikal angekitteten und mit Siegellack überzogenen Glasröhren angekittet, ſo daß die Zinnplatte vertikal auf dem Fußgeſtelle ſteht, und völlig iſoliret iſt. Auf beyden Seiten des hölzernen Fußgeſtelles iſt ein hölzerner Rahmen ghik und nmlt mittelſt eines meſſingenen Charniers ſo befeſtiget, daß er in die Höhe geſchlagen, und mit der Zinnplatte parallel geſtellet, nachmahls aber wieder horizontal niedergeleget werden kann. Ueber die innere Seite dieſer beyden Rahmen iſt von der Mitte ihrer Höhe an Goldpappier p und q oder noch beſſer dünner Stanniol ausgeſpannt. Werden nun die Rahmen vertikal geſtellt, ſo berühren dieſe die Zinnplatte nicht, ſondern ſtehen etwa ⅛ Zoll davon ab; auch ſind ſie etwas ſchmäler als die Zinnplatte, damit ſie die Zinnröhren auf beyden Seiten nicht berühren. In dieſer vertikalen Stellung werden die beyden Rahmen mittelſt ein Paar an ſelbigen befe-

*) Philoſoph. transact. for the year 1788. Vol. LXXVIII. P. II. p. 255-260. überſetzt in Grens Journal der Phyſik. B. I. S. 275 f.

ſtigter Breterchen f und t durch eine meſſingene Klammer erhalten.

Soll dieſes Inſtrument gebrauchet werden, ſo ſtellet man es auf einen Tiſch oder an einen andern bequemen Ort, ſetzt ein Flaſchenelektrometer o darneben, welches durch einen metallenen Draht n c mit einer der zinnernen Röhren an der Zinnplatte in Verbindung ſtehet. Außerdem bringt man auch einen Leiter zwiſchen der Zinnplatte und demjenigen Körper an, deſſen Elektricität in derſelben geſammelt werden ſoll. Wenn man z. B. die Elektricität der Luft oder des Regens ſammeln will, ſo ſteckt man einen metallenen Draht in die Oeffnung einer zinnernen Röhre, ſtellt das Inſtrument nahe an die Fenſter, und läßt das andere Ende des Drahtes in die Luft ragen. Will man diejenige Elektricität ſammeln, welche bey der Verdampfung erreget wird, ſo nimmt man einen kleinern zinnernen Löffel, woran ein Draht oder Fuß etwa 6 Zoll lang iſt, welcher in die eine zinnerne Röhre ſo eingeſteckt werden kann, daß der Löffel zwey bis drey Zoll über dem Inſtrumente ſtehet. In den Löffel wird eine glühende Kohle geleget, und Waſſer auf ſelbige geſpritzet, wodurch die erregte Elektricität geſammelt wird.

Cavallo erläutert den Gebrauch und die Wirkung dieſes Inſtrumentes durch folgende Verſuche:

Erſter Verſuch. Man theile der Zinnplatte a b c d ſo viele Elektricität mit, daß ſie ein gewöhnliches Korkkugelelektrometer in Bewegung bringen kann. Wenn nun die Seitenrahmen k g h i und m n l t vertikal und mit der Zinnplatte vollkommen parallel geſtellet ſind, ſo zeigt ſich in dem Flaſchenelektrometer o an den Korkkügelchen keine Elektricität, weil die Elektricität der Zinnplatte durch die genäherten leitenden Goldpappier- und Stanniolflächen in dem Wirkungskreiſe gebunden wird; werden aber die Rahmen von der Platte entfernet und niedergeleget, ſo ſtoßen nun die Kügelchen des Elektrometers einander ab; die Beſchaffenheit der Elektricität läßt ſich alsdann ſehr leicht durch eine geriebene Siegellackſtange auf die gewöhnliche Art unterſuchen. Werden

den die Rahmen wieder in die Höhe geſchlagen, ſo wird die Elektricität wieder zu verſchwinden ſcheinen, ſie zeigt ſich aber ſogleich wieder, wenn abermahls die Rahmen niedergeleget werden u. ſ. w. Wenn hingegen die Zinnplatte oder eine zinnerne Röhre mit dem Finger berühret wird, oder auch ſonſt durch eine leitende Subſtanz mit der Erde in Verbindung iſt, ſo verſchwindet die Elektricität ſogleich, die Rahmen mögen in der Höhe ſtehen, oder niedergeleget ſeyn.

Zweyter Verſuch. Man hänge ein langes Stück Zinnfolie von ungefähr 4 Quadratellen an einem ſeidenen Faden auf, und elektriſire es ſo ſchwach, daß kein Elektrometer dadurch in Bewegung geſetzet wird; hiernächſt bringe man es in Berührung mit der Zinnplatte, nachdem die beyden Rahmen vertikal ſind aufgerichtet worden. Nach einer kurzen Zeit entferne man die Zinnfolie von der Platte, und lege beyde Rahmen nieder, ſo wird das Elektrometer einen beträchtlichen Grad von Elektricität anzeigen. Wenn durch dieſes Verfahren eine ſehr ſchwache Elektricität nicht bemerkbar gemacht werden ſollte, ſo muß man einen kleinern Elektricitätsſammler, deſſen Zinnplatte ungefähr 4 Quadratzoll hat, mit der Zinnplatte des größern in Berührung bringen, wobey bloß die beyden Rahmen des größern Collektors niedergeleget ſeyn müſſen. Wird hierauf der kleinere Collektor von dem größern entfernet, und man legt ſeine beyden Rahmen nieder, ſo wird ein mit der Zinnplatte dieſes kleinern Collektors in Berührung gebrachten Elektrometers einen weit ſtärkern Grad der Elektricität zeigen, als das Elektrometer des größern Elektricitätſammlers.

Dritter Verſuch. Man hänge ein gemeines Korkkugelelektrometer an einen iſolirten erſten Leiter von ungefähr 2 bis 3 Fuß Quadratfläche, welchem etwa ſo viele Elektricität mitgetheilet wird, daß ſie die Kugeln des Elektrometers einen Zoll weit von einander halte. Verbindet man ſodann in dieſem Zuſtande den erſten Leiter mit der Zinnplatte eines Collektors auf eine kurze Weile, ſo wird man gewahr werden, daß die beyden Korkkügelchen des Elektrometers am

erſten Leiter ſogleich zuſammengehen, welches beweiſet, daß die Elektricität des erſten Leiters durch die leitende Verbindung in den Collektor übergegangen iſt. So bald alsdann die Seitenrahmen des Collektors niedergeleget werden, ſo wird ſich ein beträchtlicher Grad von Elektricität an dem Elektrometer, welcher mit dem Collektor in Verbindung iſt, zeigen.

Dieſe Verſuche lehren hinlänglich, daß die Zinnplatte des Collektors eine weit größere Menge Elektricität ſammeln und zurückhalten kann, wenn ihr die Goldpapier- oder Stanniolflächen der Seitenrahmen gegen über ſtehen, in Vergleichung mit derjenigen Menge, welche ſie ſammeln oder zurückhalten kann, wenn dieſe leitenden Seitenflächen von ihr entfernet werden.

Die Menge von Elektricität, welche die Zinnplatte des Elektricitätsſammlers ſammeln kann, hängt vorzüglich von folgenden Umſtänden ab: 1. von dem Abſtande der Zinnplatte von den beyden leitenden Seitenflächen der Rahmen; je kleiner dieſer Abſtand iſt, deſto größer iſt dieß ſammelnde Vermögen; 2. von der Größe des Elektricitätsſammlers und 3. von der Menge derjenigen Elektricität, welche in dem Körper enthalten iſt, aus welchem ſie geſammelt werden ſoll.

Die Einrichtung dieſes Elektricitätsſammlers beruht auf eben den Gründen, als die des Elektrophors und des Condenſators des Herrn **Volta**. M. ſ. **Condenſator der Elektricität, Elektrophor.**

Durch die genäherte leitende Subſtanz der Goldpapier- oder Stanniolflächen beyder Rahmen wird die Intenſität der der Zinnplatte zugeführten Elektricität geſchwächt, folglich die Capacität der Zinnplatte dadurch vermehret, ohne daß ein wirklicher Uebergang der Elektricität aus der Zinnplatte in die leitenden Flächen der beyden Rahmen erfolgen könnte. Werden aber die beyden Rahmen niedergeleget, und auf dieſe Weiſe von der Zinnplatte entfernet, ſo wird nun die in der Zinnplatte vorher unbemerkbar gemachte Elektricität jetzt frey, und wirkt als ſolche auf das Elektrometer.

Cavallo verſichert, daß dieſes Inſtrument von allen den Fehlern frey iſt, welche er an dem Condenſator des Herrn **Volta** und an dem **Duplikator** des Herrn **Bennet** zu tadeln gefunden habe.

Uebrigens iſt dieſer Elektricitätsſammler von dem lichtenbergiſchen Condenſator mit doppelter Luftſchicht gar nicht verſchieden.

M. ſ. Beſchreibung eines neuen elektriſchen Inſtrumentes, um eine zerſtreuete und wenig verdichtete Elektricität zu ſammeln von Tiber. **Cavallo**: aus den Phil. Transact. Vol. LXXVIII. P. II. überſetzt in **Grens** Journal der Phyſik. B. I. S. 275 f.

Elektricitätsträger, beſtändiger ſ. **Elektrophor.**

Elektricitätsverdoppler, Bennets Duplikator der Elektricität (duplicator electricitatis, doubleur de l'électricité) iſt eine vom Herrn **Bennet** angegebene elektriſche Vorrichtung, die allergeringſte und ſonſt unbemerkbare Quantität der Elektricität ſo lange zu vervielfältigen, bis ſie vollkommen hinreichend iſt, ein Elektrometer zu afficiren, Funken zu geben und andere bekannte Erſcheinungen einer ſtarken Elektricität hervorzubringen.

Dieſe Einrichtung beſtehet aus drey runden meſſingenen Platten A, B und C, alle von gleichem Durchmeſſer, ungefähr von 3 bis 4 Zollen. Die erſte Scheibe A iſt polirt, und auf der obern Seite ganz dünn mit Firniß überzogen; die zweyte Scheibe B iſt ebenfalls polirt, auf beyden Seiten mit Lackfirniß überzogen, und mit einem iſolirenden am Rande befeſtigten Handgriffe verſehen; die dritte Scheibe endlich iſt auch polirt, auf der untern Seite überfirnißt und beſitzet ebenfalls einen iſolirenden Handgriff, welcher von dem Mittelpunkte der obern Seite ſenkrecht in die Höhe ſtehet.

Dieſes Inſtrument wird auf folgende Art gebrauchet: man legt die Platte A auf ein iſolirtes Geſtelle horizontal mit der überfirnißten Seite heraufwärts, und die Platte B darauf: die kleine Quantität von Elektricität, welche man nun vervielfachen will, theilt man der untern Seite der Scheibe

A mit, und berührt zugleich die Scheibe B mit dem Finger. Hierauf hebt man die Scheibe B am iſolirten Hangriffe in die Höhe, legt die dritte Scheibe C darauf, und berührt in dieſer Lage C auf eine kurze Zeit mit dem Finger. Es iſt hieraus klar, daß, wenn der Scheibe A ein + E iſt mitgetheilet worden, die Scheibe B ein — E erhalten, und die Scheibe C eben ſo wie A ein + E bekommen haben muß. Jetzt entfernet man die Platten B und C durch die iſolirten Handgriffe von einander, legt die Scheibe B auf A, und berühret B mit dem Finger, während man den Rand von C die untere Seite der Scheibe A berühren läßt. Dadurch wird die urſprüngliche Menge von Elektricität ein Mahl verdoppelt. Wird nun das beſchriebene Verfahren wiederhohlet, indem man die Scheibe B von A wegnimmt, die dritte Scheibe C darauf leget und C mit dem Finger berühret; hierauf beyde Scheiben wieder von einander entfernet, B abermahls auf A leget, und mit dem Finger berühret, indeß man C mit der untern Seite von A in Berührung bringen läßt u. ſ. f.

Der Firniß auf den ſich berührenden Oberflächen der Scheiben dient zu verhüten, daß ſich die polirten Metallflächen ſelbſt nicht unmittelbar berühren, in welchem Falle Mittheilung der Elektricität Statt finden würde, welches hier vermieden werden und die Elektricität bloß durch Vertheilung wirken ſoll.

Ob man gleich das Einfache und Sinnreiche an dieſem Inſtrumente nicht verkennen kann, ſo zeigten doch **Cavallo** wenige Verſuche bald, daß es keine Zuverläſſigkeit gewähre, weil der Gebrauch desſelben gemeiniglich, wenn auch nicht immer, zweydeutige Reſultate gab. Denn bey einerley Verfahren zeigte es bald verſchiedene Elektricitäten, bald wieder einerley Elektricität, da es doch wegen der Verſchiedenheit der urſprünglichen Mittheilung verſchiedene Elektricitäten hätte andeuten ſollen. Seinen noch merklichern Fehler fand **Cavallo** darin, daß es bey oft wiederhohlten Verſuchen gemeiniglich eben die Elektricität beſtändig zeigte, welche er

ihm

ihm beym erſten Verſuche mitgetheilet hatte. **Cavallo** konnte keinen andern Grund davon finden, als daß die gefirnißten Flächen vielleicht ſelbſt durch die Berührung elektriſch wurden, und daß ſie einen Theil der Elektricität behielten, welche man ihnen beym erſten Verſuche mitgetheilet hatte.

Um dieſen Fehler zu vermeiden, verſuchte **Cavallo** folgende Verbeſſerung an dieſem Inſtrumente zu machen: er nahm drey große flache zinnerne aber nicht gefirnißte Platten A, B und C, deren jede in perpendikulärer Lage von einem beſondern gläſernen Geſtelle getragen wurde. Man konnte ſie entweder in jeder beliebigen Entfernung gegen einander über ſtellen, ohne daß ſie ſich berührten, oder ſie auch ſich an den Seiten berühren laſſen. Mit dieſen Platten konnte nun eben ſo wie mit dem beſchriebenen bennetſchen Verdoppler verfahren werden. Es wurden nämlich die beyden Platten A und B einander gegenüber geſtellet in einer Entfernung von etwa $\frac{1}{10}$ Zoll, und die urſprünglich erregte Elektricität wurde A mitgetheilet, während man B mit dem Finger berührte; hierauf wurde B von A entfernet, und der Platte C gegenüber geſtellet, und C in dieſer Lage berühret; nachher wurde die Platte C mit der Rückſeite von A in Berührung gebracht, die Platte B der Platte A gegenüber geſtellet, und in dieſer Lage berühret u. ſ. f.

Obgleich dieſe Platten nicht überfirnißt waren, und ſich nicht unmittelbar berührten, mithin auch unmöglich Elektricität erreget werden konnte, ſo zeigte es ſich doch, daß dieſes Inſtrument, auch wenn man ihm keine Elektricität mittheilte, nach einigen Verdopplungen merklich elektriſch wurde. Da er dieſes Inſtrument einige Tage nicht gebrauchet hatte, mußte er, wenn er jene gleichſam freywillige Elektricität hervorbringen wollte, das Verdoppeln wenigſtens 20 Mahl wiederhohlen. Allein bey allen darauf folgenden Verſuchen konnte er einen merklichen Grad von Elektricität hervorbringen, wenn er etwa 12 Mahl verdoppelte, und dieſe Elektricität blieb immer die nämliche, wie beym erſten Verſuche. **Cavallo** vermuthet, daß die durch dieſes Inſtrument hervorgebrachte

Elektricität, welche ohne alle Mittheilung entſtehe, ſo wohl von der umliegenden Luft als auch von dem Inſtrumente ſelbſt herrühre. Denn wenn das Inſtrument eine lange Zeit un gebraucht gelegen habe, ſo ſeyen wohl ſeine Platten in Anſe hung der Elektricität noch in einerley Zuſtande, daher werd wahrſcheinlich die Platte, welche Anfangs der Operation un berührt bleibe, von der umgebenden Luft einige Elektricitä erhalten. Wären aber die Platten auf dieſe Weiſe ein Mah elektriſiret worden, ſo ſey es ſehr ſchwer, wo nicht unmöglich ſie der Elektricität zu berauben, welche ſie noch nach ein ode zwey Tagen zurück zu behalten ſcheinen. Er ſchließt hieraus daß man beym Gebrauche dieſer Platten ſo wohl, als auc bey der Einrichtung des Herrn **Bennet** nie auf zuverläſſig Reſultate rechnen könne. Dieß gab dem **Cavallo** Veran laſſung, den im vorigen Artickel beſchriebenen Collektor un ein anderes bald anzuführendes Inſtrument zu erfinden.

Nachher hat Herr **Nicholſon** *) dieſem Verdopple noch folgende Einrichtung gegeben. Eine 6½ Zoll hohe Glas ſäule (fig. 2.) trägt zwey iſolirt feſtgemachte Scheiben A un C ſo geſtellt, daß die bewegliche Scheibe B ſehr nahe vo ihnen vorbeygehen kann, ohne ſie doch zu berühren. Ein jede von dieſen Meſſingſcheiben hat 2 Zoll im Durchmeſſe D iſt eine meſſingene Kugel, welche auch im Durchmeſſer Zoll hat, und an das Ende einer Axe befeſtiget iſt, die d Scheibe B mittelſt einer am andern Ende angebrachten Ku bel beweget. Dieſe Kugel iſt auf der von B abgekehrte Seite etwas ſchwerer als auf der andern, um zugleich zu Gleichgewichte für B zu dienen. Die übrigen Theile dieſe Inſtrumentes zeigt fig. 3., deren ſchattirter Theil Metal der weiß gebliebene überfirnißtes Glas anzeiget. ON i eine meſſingene Axe, welche durch das Stück M gehet. Di ſes Stück trägt die feſten Scheiben A und C. An dem eine Ende der Achſe befindet ſich die meſſingene Kugel D, das an dere Ende derſelben aber iſt durch eine Glasröhre verlänger welche das beſonders iſolirte Stück GH trägt. E und F ſin zw

*) Philoſoph. transact. 1788. Vol. LXXVIII. P. II.

zwey Stifte, welche aus den feſten Scheiben A und C hervorragen. Das Querſtück GH und das Stück K ſtehen in einerley Ebene, und ſind an ihren Enden mit kleinen Stückchen von Clavierſaiten verſehen, welche in gewiſſen Punkten der Umdrehung die Stifte E und F berühren. An dem Stücke M iſt gleichfalls ein Stift J, welcher an einen dünnen von der Scheibe B hervorſtehenden Draht anſtößt. Es müſſen dieſe Drähte durch Biegen ſo geſtellet werden: wenn die Scheibe B genau der Scheibe A gegenüber ſtehet, ſo muß das Querſtück GH die beyden feſten Scheiben A und C verbinden, und zugleich müſſen Draht und Stift bey J eine leitende Verbindung zwiſchen B und der Kugel machen. Wenn hingegen B auf der andern Seite C genau gegenüber ſtehet, ſo muß die Kugel D durch Berührung von K an F mit C in leitende Verbindung geſetzet werden. Die beyden Scheiben A und B aber haben alsdann keine Verbindung mit den andern Theilen des Inſtrumentes. In einer jeden andern Stellung ſind die drey Scheiben und die Kugel in gar keiner leitenden Verbindung unter einander. Durch Hülfe dieſes ſinnreichen Mechanismus können äußerſt ſchwache Elektricitäten bemerklich gemacht werden, wenn die Kugel mit dem untern Theile der Scheibe A mit dem Deckel des bennetſchen Elektrometers in Verbindung gebracht, und letzterem die ſchwache Elektricität mitgetheilet wird, während das Querſtück GH die zwey Stifte der Scheiben A und C berühret. Allein Herr **Nicholſon** bemerkt zuletzt, daß auch die Wirkung dieſes Inſtrumentes deßwegen unzuverläſſig werde, weil die mitgetheilte Elektricität ſtark genug ſeyn müſſe, um jede andere, welche etwa die Platten bereits enthalten möchten, zerſtreuen und überwältigen zu können. Uebrigens könne dieſes Inſtrument, wenn etwa dieſe Schwierigkeit in der Folge gehoben werden ſollte, als ein Vervielfältiger der Elektricität große Vorzüge haben, weil es mit vieler Leichtigkeit und Geſchwindigkeit zu bewegen ſey, auch völlig unzweydeutige Reſultate gebe.

In den neuern elektriſchen Verſuchen vom Jahre 1789 gibt Herr **Bennet** eine Methode an, wie man den Verdoppler ſeiner anhängenden oder urſprünglichen Elektricität berauben könne. Sie beſteht darin, daß man, während alle drey Platten durch Drahte mit der Erde in leitender Verbindung ſind, den Griff des Inſtrumentes mehrere Mahl herumdrehet. Allein **Cavallo** verſichert, daß er durch dieſe Methode nie die gewünſchte Wirkung habe erhalten können.

Unerachtet dieſer Mängel ſollen doch mit dieſem Inſtrumente verſchiedene wichtige Entdeckungen gemacht worden ſeyn. Aus mehreren angeſtellten Verſuchen hat man vorzüglich folgenden Satz hergeleitet: Die gemeine atmosphäriſche Luft zeigt, wenn ſie durch Athemhohlen, Fäulniß oder einen andern natürlichen Proceß etwas verdorben iſt, einen Mangel an Elektricität, da ſie hingegen in ihrem reinern Zuſtande gemeiniglich poſitive Elektricität beſitzet.

Nachdem Herr **Cavallo** alle dieſe Unvollkommenheiten auf keine Weiſe von dem Verdoppler entfernen konnte, ſo war er darauf bedacht, ein anderes Inſtrument zu verfertigen, welches mehr Zuverläſſigkeit gewähren möchte. Er war endlich nach einigen vergeblichen Verſuchen ſo glücklich, ein ſolches zu Stande zu bringen, welches keinen zweydeutigen Reſultaten unterworfen iſt. Es zeigt dieſes Inſtrument eine ſehr kleine Menge von Elektricität an dadurch, daß man hinter einander mehrere Portionen von der entgegengeſetzten Elektricität einer iſolirten Platte ſo lange mittheilet, bis ſie ein Elektrometer afficiret, welches alsdann eine Elektricität anzeigen wird, welche der dem Inſtrumente urſprünglich mitgetheilten entgegengeſetzet iſt. Durch dieſes Inſtrument, welches **Cavallo** den **Vervielfältiger der Elektricität** (Multiplier of Electricity) nennt, läßt ſich aber die mitgetheilte Elektricität nicht ſo geſchwind vermehren, als durch den Verdoppler. Die Einrichtung dieſes Inſtrumentes iſt folgende; (fig. 4.) q f r iſt ein Bret, auf welchem zwey glatte Meſſingplatten a und c an zwey Glasſtäben h und g befeſtiget ſind. Eine ähnliche Meſſingplatte iſt auch b. Dieſe

wird

wird von einem Glasſtabe getragen, welcher in den hölzernen Hebel kl eingekittet iſt. Dieſer Hebel drehet ſich um eine feſte Schraube k, welche in das Bret qſr tief eingeſchraubet iſt. Wird dieſer Hebel rückwärts und vorwärts bewegt, ſo kömmt die Platte b abwechſelnd in zwey Lagen, wovon die eine die fig. vorſtellet. Ein ſtarker Meſſingdraht n iſt in das Bret qſr feſt eingeſteckt; om ein gebogener Draht, welcher von der Hülſe an der Rückſeite der Platte b hervorgehet. Nun iſt noch eine den andern dreyen ähnliche vierte Platte d, welche nicht von Glas, ſondern einem Drahte getragen wird. Dieſer Draht iſt in ein langes Stück Meſſing fp feſt eingeſchraubet, welches ſich in einem in das Bret qſr gemachten Einſchnitt rück- und vorwärts ſchieben läßt, ſo daß man das Stück fp, wenn man den Nagel eines Fingers in die an dem Ende f befindliche Kerbe bringt, entweder ganz oder bis zu einer gewiſſen Weite herausziehen, folglich die Platte d bis zu einer beliebigen Entfernung an die feſtſtehende Platte c bringen kann. Ueber die Hülſen an den Meſſingplatten iſt weiter nichts zu erinnern, als daß die Hülſe an der Platte a bis an den Rand dieſer Platte heraufgeht, damit man bey gewiſſen Gelegenheiten einen Draht, oder etwas dergleichen hinein thun könne. Die einzelnen Theile dieſes Inſtrumentes ſind ſo eingerichtet, daß, wenn ſich der Hebel in der Stellung, wie ihn die fig. vorſtellet, befindet, d. i. wenn er ſo weit als möglich nach q zu gedrehet iſt, die Platte b mit der Platte a in eine parallele Lage kömmt, und etwa $\frac{1}{20}$ Zoll davon abſteht. Hier berühret zugleich das Ende des Drahtes om gerade den feſten Draht n, wodurch die Platte b aufhöret, iſoliret zu ſeyn. So bald man aber den Hebel nach ſ zu drehen anfängt, ſo wird ſogleich die Verbindung der Platte b mit dem Draht n oder mit der Erde aufgehoben, und b bleibt nun iſolirt. Hat man alsdann den Hebel ſo weit als man kann, nach ſ zu gedrehet, ſo kömmt nun der Draht om mit der Platte c in Berührung. In dieſem Falle ſind die beyden Platten b und c mit einander verbunden, da ſie ſonſt iſoliret ſind. Die vierte Platte d, welche von einem

Drahte

Drahte getragen wird, ſteht mit der Erde in Verbindung, und wenn das Stück p f ganz hineingeſchoben iſt, ſteht ſie ebenfalls mit der Platte c parallel, und $\frac{1}{20}$ Zoll von ihr ab.

Wenn nun das Inſtrument, wie es die fig. anzeiget, geſtellet iſt, und man berühret die Platte a mit einem elektriſirten Körper, ſo wird dieſe Platte vielmehr von der Elektricität aufnehmen, als ſie ſonſt gethan haben würde, weil ihre Capacität durch die Nähe der uniſolirten Platte b verſtärkt iſt. Wenn nun nach der Mittheilung dieſer Elektricität die Platte b durch Bewegung des Hebels aus dieſer Lage gebracht und mit a ein Elektrometer berühret wird, ſo wird dieß merklicher elektriſiret werden, als es bey der Berührung des anfänglich elektriſirten Körpers ſelbſt geſchehen ſeyn würde. In ſo fern wirkt alſo die Platte a wie ein Condenſator oder Collektor der Elektricität.

Wenn die Platte a durch die Berührung irgend eines elektriſirten Körpers eine geringe Menge von Elektricität erhalten, und man dieſen Körper wieder entfernet hat, ſo wird die Platte b, weil ſie nicht iſoliret iſt, und der elektriſirten Platte a gerade entgegengeſetzet iſt, wie der metallene Teller eines Elektrophors, die entgegengeſetzte Elektricität annehmen, weil ſie, je nachdem die Platte a elektriſiret war, etwas elektriſche Materie entweder dem Erdboden mittheilet, oder von ihm empfängt. Wäre z. B. a poſitiv elektriſiret worden, ſo würde b negativ elektriſch werden, und umgekehrt. Dreht man nun den Hebel nach f hin, ſo wird die Platte b negativ elektriſiret bleiben, weil die Verbindung mit dem Erdboden nunmehr aufgehoben iſt; und wenn nun b in die andere Lage kömmt, wo zugleich der Draht o m die Platte c berühret, ſo wird die negative Elektricität von b in c übergehen, weil die Capacität von c, Elektricität anzunehmen, durch die Nähe der uniſolirten Platte d beträchtlich vergrößert iſt. Wenn man aber nun den Hebel wieder rückwärts drehet, und in ſeine erſte Lage bringt, ſo wird b, gerade wie zuvor, zum zweyten Mahle negativ elektriſiret werden, und dieſe zweyte Ladung von negativer Elektricität wird, wenn

man

man den Hebel wieder nach f drehet, von b der Platte c mitgetheilet werden. Auf dieſe Art läßt ſich durch Wiederhohlung dieſes Verfahrens, welches bloß darin beſteht, daß man den Hebel immer rückwärts und vorwärts beweget, eine beträchtliche Menge Elektricität in c anhäufen.

Wenn man dieſes Inſtrument gebrauchet, ſo kann man die Elektricität höchſtens 30 bis 40 Mahl vermehren. Denn nachher läßt ſich die Ladung von c nicht mehr verſtärken; dieß findet nämlich alsdann Statt, wenn die Ladung von c ſo ſehr verſtärkt iſt, daß ſie in b eine Portion elektriſcher Materie zurückläßt, welche der gleich iſt, die b von a empfangen kann. In dieſem Falle berühre man auf die oben beſchriebene Art mit c ein Elektrometer, und wiederhohle dieß Verfahren, wenn es nicht divergiren will. In dieſem Falle ſchiebt man den Schieber fp wieder hinein, und drehet den Hebel wie zuvor, rückwärts und vorwärts. Hat man dieß einige Mahl gethan, ſo wird die Platte c eine zweyte faſt eben ſo ſtarke Ladung als die vorige annehmen. Und wenn man nun den Schieber fp wieder herausziehet, und mit c das nämliche Elektrometer berühret, ſo wird man das Divergiren beſſer bemerken können. Auf dieſe Art kann es auch durch eine dritte und vierte Operation verſtärket werden. Sollte ſich jedoch unerachtet dieſer wiederhohlten Operationen noch kein Divergiren des Elektrometers wahrnehmen laſſen, ſo kann man die Elektricität noch auf eine andere Art vermehren. Man theilt nämlich die ſchwache Elektricität von c der Platte a eines andern ähnlichen Inſtrumentes mit, und verfähret damit auf die bereits beſchriebene Art.

Die Wirkungen dieſes Inſtrumentes ſind vorzüglich dieſerwegen zuverläſſig, weil aller Ueberreſt von Elektricität, welcher möglicher Weiſe in der Platte a zurück bleiben kann, jeder Zeit zu unbeträchtlich iſt, als daß er einen übeln Erfolg haben könnte, indem die Elektricität auf dieſer Platte nie angehäuſt wird, ſondern in Anſehung ihrer Menge immer dieſelbe bleibt oder eher abnimmt. Dahingegen verſtärkt der Verdoppler die Elektricität auf der Platte, welche die urſprüng-

ſprüngliche Menge mitgetheilet erhalten hat, bis zu einem außerordentlichen Grade; und weil auch der Ueberreſt größer oder geringer ſeyn muß, je nachdem es die Ladung der Platte iſt, wenn auch nicht genau in eben dem Verhältniſſe, ſo folgt nothwendig, daß der auf der empfangenden Platte des Verdopplers zurückgebliebene Ueberreſt wirklich größer ſeyn muß, als die Menge von elektriſcher Materie, welche ihr anfänglich mitgetheilet worden war.

Den Gebrauch und die Wirkung dieſes Inſtrumentes erläutert **Cavallo** durch folgende Verſuche:

Erſter Verſuch. Man elektriſire ein Elektrometer, warte alsdann einige Zeit, damit ſich dieſe Elektricität zerſtreue, bis die Kügelchen des Elektrometers ſo eben einander zu berühren ſcheinen. So bald dieß geſchiehet, ſo berühre man die Platte a mit dem Elektrometer, damit ſie die geringe Menge von Elektricität mitgetheilet erhalten möge. Hierauf bewege man den Hebel, ſo wird ungefähr nach zehn Vermehrungen die Platte c im Stande ſeyn, ein Elektrometer ſo ſtark zu elektriſiren, daß man wahrnehmen kann, die Elektricität ſey negativ. Setzt man die Vermehrungen noch zehn Mahl fort, ſo wird die Divergenz der Kugeln vergrößert, und ſie werden endlich gegen die Flaſche, in welche das Elektrometer eingeſchloſſen iſt, getrieben, wenn noch andere zehn Vermehrungen erfolgen.

Zweyter Verſuch. Man gieße etwa einen Theelöffel voll Waſſer auf eine glühende Kohle, und halte gleich darauf eine iſolirte zinnerne Platte von 8 Zoll im Durchmeſſer etwa 5 oder 6 Minuten darüber, um den Dampf aufzufangen und zu verdichten. Mit dieſer Platte berühre man alsdann die Platte a des Vervielfältigers, ſo wird etwa nach vier Vermehrungen das Elektrometer durch die Berührung der Platte c merklich elektriſch. Noch vier Vermehrungen verſtärken die Divergenz des Elektrometers mehr, als erforderlich iſt, um bemerken zu können, daß ſeine Elektricität negativ ſey.

Dritter Verſuch. Man lege eine glühende Kohle auf eben beſchriebene Zinnplatte, und laſſe nur zwey Tropfen

Waſſer

Waſſer auf ſie fallen, berühre hierauf mit der Zinnplatte die Platte a, ſo wird nach wenigen Vermehrungen die Platte ein Elektrometer ſtärker elektriſiren, als es nöthig iſt, um zu bemerken, daß ſeine Elektricität poſitiv ſey.

Vierter Verſuch. Man halte jene Zinnplatte an ihrem iſolirten Unterſatze, und ſchlage ſie drey Mahl mit der flachen Hand, und laſſe ſie nunmehr die Platte a des Vervielfältigers berühren. Nach etwa dreyßig Vermehrungen erhält das Elektrometer eine hinlängliche Menge poſitiver Elektricität.

Fünfter Verſuch. Um die Elektricität der Atmoſphäre mit dem Vervielfältiger zu unterſuchen, ſtecke man anfänglich einen langen Draht in die Hülſe der Platte a, und ſetze ihn der freyen Luft aus; oder noch beſſer, man halte einen iſolirten, etwa 5 Fuß langen und mit Stanniol überzogenen Stock aus dem Fenſter, während deſſen berühre man auch mit der andern Hand den untern Theil des Stockes etwa 2 bis 3 Sekunden lang. Auf dieſe Art nimmt der Stock, da er frey von Spitzen iſt, eine Elektricität an, welche der ihn umgebenden Luft entgegengeſetzet iſt. Hierdurch theilt man dieſe Elektricität der Platte a des Vervielfältigers mit. Will man die Elektricität des Regens, Schnee's, Hagels u. ſ. f. unterſuchen, ſo muß man den nämlichen Apparat aus dem Fenſter halten. In dieſem Falle aber darf man den Stock nicht berühren; denn er erlangt hier eben die Electricität, welche der Regen, Schnee u. ſ. beſitzet, nicht die entgegengeſetzte, wie wenn man ihn der Luft ausſetzt.

M. ſ. Von den Methoden, die Gegenwart kleiner Quantitäten natürlicher oder künſtlicher Elektricität zu entdecken, und ihre Beſchaffenheit zu erkennen von **Tiber. Cavallo** a. d. Philoſ. transact. Vol. LXXVIII. P. I. p. 1-21. überſ. in **Grens** Journal der Phyſik. B. I. S. 49. u. f. Beſchreibung eines elektriſchen Inſtrumentes, welches — den doppelten Zuſtand der Elektricität hervorbringt, in einem Schreiben des Herrn **W. Nicholſon** an Herrn **Banks**; aus den Phil. transact. Vol. LXXVIII. P. II. p. 403-437.

437. überſ. ebendaſ. B. II. S. 61. u. f. Vollſtändige Abhandlung der Elektricität von Tiber. Cavallo aus dem Engl. Leipzig 1797. B. II. S. 165 u. f.

Electricitätszeiger (index ſ. gnomon electricitatis). Dieſen Nahmen hat man ſonſt einigen Einrichtungen gegeben, mit welchen die Beobachter das Daſeyn der Elektricität bey Gewittern bemerkbar zu machen und die Stärke derſelben zu meſſen ſuchten. Nachher gebrauchte man zu dieſem Zwecke mehr die gewöhnlichen atmosphäriſchen Elektrometer (m. ſ. **Luftelektrometer**). Man hat ihnen auch die ſehr unſchicklichen Nahmen **Blitzmeſſer, Fulgurometer** beygeleget, indem durch ſie nicht der Blitz oder elektriſche Funke gemeſſen, ſondern nur die Stärke der Elektricität dadurch angezeiget werden ſoll.

Nachdem **Franklin** durch den Verſuch mit dem elektriſchen Drachen von der Gleichheit der Blitzmaterie mit der elektriſchen Materie überzeuget war, ſo errichtete er eine iſolirte eiſerne Stange auf ſeinem Hauſe, um die elektriſche Materie dadurch herunter zu leiten; zugleich befeſtigte er an ſelbige zwey Glöckchen, welche ihm durch ihr Geläute die Gegenwart der Elektricität zu erkennen geben mußten. Am 12. Aprill 1753 zeigete es ſich zum erſten Mahle, daß die Elektricität negativ war; nachher aber fand er ſie auch oft poſitiv, und vielmahls bey einem einzigen Gewitter bald poſitiv bald negativ. Auch ſind hierher zu rechnen die Vorrichtungen, durch welche **Dalibard, Delor, Mazeas, Canton** u. a. die Elektricität der Gewitter auf die Erde herabzuleiten ſuchten, wovon man den Artickel **Blitz** nachſehen kann.

Der Prof. **Richmann** *) brachte eine eigene Vorrichtung an, welcher er den Nahmen index ſ. gnomon electricitatis gab. Am Dache ſeines Hauſes hatte er einen Ziegel ausgehoben, und auf die nebenliegenden Ziegeln eine gläſerne Flaſche geſetzet, durch welche eine eiſerne Stange ging. Das obere

*) De indice electricitatis in Nov. Comment. Petrop. Tom. IV. ad ann. 1752 et 1753. p. 310. ingl. *Winkler* de avertend. fulminis artificio. Lipſ. 1753. 4.

obere Ende derſelben ragte 4 bis 5 Fuß über das Dach hervor, und am untern Ende hing eine Kette, welche, ohne leitende Körper zu berühren, in ein Zimmer geführet war, worin ſie noch 16 Schritt weit an der Decke bis an ein Fenſter fortlief, wo von ihr ein Metalldraht herabhing. An dieſem Drahte befand ſich eine Metallſtange, welche in einem mit Kupferfeile angefüllten Glaſe auf einem 4 Schuh hohen Schranke aufſtand. Vom obern Ende dieſer kleinen Metallſtange hing ein linnener Faden herab, welcher bey der Gegenwart der Elektricität von der Stange abgeſtoßen ward. Ein darneben ſtehender eingetheilter Quadrant gab den Winkel des abgeſtoßenen Fadens mit der Stange an. Dieſer Faden wurde von der Gewitterelektricität nie über 30°, von der künſtlichen aber über 55° gehoben. Am 9. Aug. 1752 war die Elektricität ſo ſtark, daß der obere Theil der Metallſtange freywillig mit Geräuſch ausſtrömte, und die Berührung derſelben Hand und Arm erſchütterte. Mannigmahl ſetzte **Richmann** eine iſolirte leidner Flaſche darneben, deren innere Seite mit dem herabhängenden Drahte verbunden ward, und fand dadurch die Elektricität noch mehr verſtärkt. Am 6. Auguſt 1753 wurde er durch einen Schlag getödtet. M. ſ. **Blitz**.

Winkler [α]) gab eine andere Einrichtung an, um in ähnlichen Fällen keiner ſolchen Gefahr ausgeſetzet zu ſeyn. Bey dieſer konnte man Funken, welche die Gewitterelektricität zwiſchen zwey Körpern ſchlägt, in der Ferne beobachten. Nur gibt ſie den Funken alsdann erſt, wenn die Elektricität ſtark genug iſt, in der Schlagweite, auf welche die Körper geſtellt ſind, zu wirken; mithin dient ſie nicht zu Abmeſſung ſtärkerer oder ſchwächerer Grade.

Prieſtley [β]) hat folgende Einrichtung vorgeſchlagen: auf dem Gipſel irgend eines Gebäudes errichtet man eine Stange, woran ſich oben ein dichtes Stück Glas oder im Ofen gedörrtes Holz einen Fuß lang befindet. Dieſes wird

 mit

α) De avert. fulminis artificio.

β) Geſchichte der Elektricität a. d. Engl. durch Krünitz. Berlin u. Stralſ. 1772. S. 344.

mit einem zinnernen oder kupfernen Gefäß in Geſtalt eines Trichters bedeckt, um den Regen davon abzuhalten. Ueber demſelben läßt man eine lange eiſerne Ruthe in die Höhe gehen, welche ſich in eine Spitze endiget, deren ganze Länge man mit einem dünnen Drahte umwindet, um die Elektricität deſto beſſer nach dem Trichter abzuleiten. Von dem Trichter läßt man einen Draht längs dem Gebäude, ungefähr 1 Fuß davon entfernet, herabgehen, führet denſelben durch ein offenes Fenſter in ein Zimmer, welches man zur Anſtellung der Experimente am bequemſten findet, und verbindet ihn mit einem iſolirten Conduktor. An dieſem Apparate läßt ſich nun die Elektricität durch die gewöhnlichen Erſcheinungen wahrnehmen, auch die Stärke und Beſchaffenheit der Elektricität durch Elektrometer unterſuchen. Außerdem gibt Herr **Prieſtley** noch den Rath, zur Sicherheit einen gewöhnlichen Blitzableiter neben dem Drahte herabgehen zu laſſen.

Le Roy *) gibt folgende Einrichtung unter dem Nahmen eines Fulgurometers an: man ſoll an einem von Gebäuden, Bäumen u. ſ. f. weit entfernten Orte eine hohe hölzerne Stange aufrichten, auf ſelbige eine gläſerne Flaſche, und auf dieſe einen blechernen Trichter in Geſtalt eines 4 Fuß langen Sprachrohrs kitten, deſſen unterer Rand auf allen Seiten einen Fuß weit über die Flaſche hinaus gehet. Auf das obere enge Ende des Trichters wird eine 4 bis 5 Fuß lange zugeſpitzte eiſerne Stange angekittet, und von der Spitze dieſer Stange ein Draht weit durch die Luft in ein Zimmer geführet, worin die Verſuche angeſtellet werden ſollen. Uebrigens muß die Oeffnung, durch welche der Draht ins Zimmer gehet, weit genug, die Fenſter aber müſſen verſchloſſen ſeyn, damit keine Feuchtigkeit ins Zimmer komme. Zur nöthigen Sicherheit wird auch noch von dem Trichter eine beſondere Kette bis auf einen Schuh weit von der Erde gerade herunter geführet; unter dieſe Kette ſoll auch

*) *Rozier* obſervat. et mémoires ſur la phyſique. Tom. III. Janv. 1774.

auch noch eine Metallſtange tief in die Erde eingelaſſen werden, welche oben eine leichte blecherne Platte mit einem Charnier beſitzet; es ſoll nämlich bey ſehr ſtarker Elektricität dieſelbe von der Platte angezogen und dadurch in der Erde zerſtreuet werden. Im Zimmer befindet ſich ein hölzernes Käſtchen, welches zur einen Wand eine Glasſcheibe hat, wodurch der Draht geleitet wird. Die Glasſcheibe iſt inwendig mit Taffet überzogen, damit der innere Raum des Käſtchens dunkel bleibe. An einer Seitenwand iſt ein Fenſterchen angebracht, um hineinſehen zu können. Im Käſtchen liegen auf zwey Glasfüßen zwey kleine zugeſpitzte Metallſtangen, mit metallenen Scheiben ſo, daß ſich immer die Spitze der einen Stange gegen die Scheibe der andern kehret. An die eine Stange wird der Draht des Fulgurometers, an die andere aber ein anderer Draht befeſtiget, welcher in den Fußboden des Zimmers gehet. Iſt nun die Elektricität der Atmosphäre poſitiv, ſo wird die mit ihr verbundene Spitze gegen die Scheibe, welche in einer Verbindung mit der Erde ſtehet, einen Feuerbüſchel, und die andere einen leuchtenden Punkt zeigen; iſt ſie aber negativ, ſo werden dieſe Erſcheinungen gerade verkehrt erfolgen.

Noch eine andere, ebenfalls ſehr weitläuftige, Einrichtung hat **Donndorf** *) beſchrieben: man erbauet ein leichtes Haus von Bretern, durch deſſen Dach in der Mitte eine 20 Fuß hohe Stange gehet, welche oben mit Spitzen verſehen, und unten mit Pech iſoliret iſt. Damit aber dieſe Stange nicht ſchwanke, wird ſie am Dache von vielen nach allen Richtungen gehenden ſeidenen Schnüren gehalten. Einige Füße über dem Dache iſt an ihr eine große kupferne Haube angebracht, welche den Regen auffängt, und durch eine Rinne in ein iſolirtes Gefäß bringt. Dieſe Stange iſt in dem Hauſe mit den innern Seiten einiger leidner Flaſchen und mit einer Metallplatte verbunden, welche an ſeidenen Schnüren aufgezogen und niedergelaſſen wird. Die äußern

*) Lehre von der Elektricität. Erfurt 1784. 8. B. II. S. 491.

Seiten dieſer Flaſchen ſind mit einem unter der Metallplatte befindlichen Geſtelle verbunden. Auf dieſe Weiſe werden nun bey Gewittern die Flaſchen geladen und hernach entladen, wenn die Metallplatte nahe genug an das Geſtelle gebracht wird. Aus der Schlagweite zwiſchen der Platte und dem Geſtelle kann auf die Stärke der Elektricität geſchloſſen werden.

Der Abt **Hemmer** *) hatte ſo wohl auf dem churfürſtlichen Obſervationsgebäude in Manheim, als auch über das Obſervatorium auf dem Peiſſenberg einen Elektricitätszeiger angelegt, welcher in Rückſicht ſeiner Wirkung vortrefflich war, und welchem er den Nahmen **Blitzfänger** oder **Wolkenelektricitätsmeſſer** gab. Die Einrichtung desſelben iſt folgende: (fig. 5.) a b iſt eine eiſerne 20 bis 30 Fuß hohe Stange, welche in eine kupferne Spitze b ausläuft, und unten bey a in ihrer größten Dicke auf einem $1\frac{1}{2}$ Fuß langen Glascylinder f ruhet. Dieſer Glascylinder iſt auf einem drey Fuß hohen Balken A befeſtiget, und mit einem kupfernen Hut K verſehen, um den Regen von der Glasſäule abzuhalten. Oberhalb des kupfernen Hutes iſt die Stange fg befeſtiget, welche durchs Dach bis ins Beobachtungszimmer herabgehet, und iſt, um die Elektricität zuſammen zu halten, allenthalben durch Glasſäulen iſoliret. Am untern Ende iſt ſie mit der eiſernen Stange m n verbunden, welche an dem einen Ende eine meſſingene Kugel P von 2 Zollen im Durchmeſſer, an dem andern aber zwey an Fäden herabhängende Hollundermarkkügelchen U und ein Glockenſpiel W beſitzet. Eine andere ähnliche Stange r o mit der meſſingenen Kugel N iſt mit der eiſernen Stange q p verbunden, beſitzet eine Eintheilung von drey franzöſiſchen Zollen und Linien, um hiernach die Stärke der Elektricität zu meſſen, und kann vor- und rückwärts geſchoben werden, um die beyden Kugeln P und N in jeder beliebigen Entfernung von einander zu ſtellen. c d und l h ſind zwey metallene Drähte, deren Spitzen dazu dienen, die Beſchaffenheit der

*) Ephemerides ſociet. meteor. Palat. T. I. p. 85-87.

der Elektricität zu erforſchen. Der metallene Leiter q p ſelbſt iſt mit der Erde verbunden.

Bey der Unterſuchung der Stärke der Elektricität zieht man die Kugel N ſo lange zurück, bis ſich zwiſchen beyden Kugeln kein Kniſtern hören läßt. Rückt man alsdann die beyden metallenen Stifte c d und l h gegen einander, ſo kann man ſehr leicht die Beſchaffenheit der Elektricität wahrnehmen.

Die peiſſenbergiſchen Beobachtungen haben an dieſem Apparate folgende Erſcheinungen gegeben:

1. Wenn die Spitze der Stange a b in die elektriſche Atmosphäre einer Wetterwolke kömmt, ſo fahren die Kügelchen U aus einander, und wenn die Elektricität ſtark iſt, ſo fangen die Glöckchen zu läuten an, die elektriſchen Funken zwiſchen den beyden Kugeln P und N zeigen ſich mit einem Knalle, und an einer Spitze der metallenen Stifte c d und l h nimmt man einen Feuerbüſchel, und an der andern ein glänzendes Sternchen gewahr.

2. Iſt die Gewitterwolke mit Blitz und Donner begleitet, ſo erfolget bey einem jeden Blitze ein raſches und kniſterndes hervorbrechen des Feuers aus dieſer Maſchine, obgleich vorher nur eine ſchwache, oder gar keine Elektricität vorhanden war.

3. Bisweilen, jedoch ſelten, zieht ein Gewitter, auch mit Blitz und Donner über die Maſchine hinweg, ohne daß ſie das geringſte Zeichen von Elektricität von ſich gibt. In dieſem Falle muß das Gewitter nothwendig ſo hoch gehen, daß die Spitze b den Wirkungskreis desſelben nicht erreichet.

4. Ein jeder Sprung des Funkens von einer Kugel zur andern iſt jederzeit mit einem Knalle verbunden, welcher deſto ſtärker iſt, je größer die Entfernung der Kugeln von einander iſt. Die größte Schlagweite, welche man bisher beobachtet hat, beträgt 9 Linien und etwas darüber. Aus den Spitzen hingegen ſtrömt das elektriſche Feuer mit einem ſanften und leiſen Geziſche.

5. Wenn auf einen ſtarken Bliß und heftigen Donner, wie es oft zu geſchehen pflegt, ein ſehr ſtarker Regen zu fallen anfängt, ſo zeiget die Maſchine die ſtärkſte Elektricität, auch wenn ſie vorher keine hat.

6. Bey ein und dem nämlichen Gewitter, wo die Maſchine Elektricität zeigt, bleibt ſelten der nämliche Zuſtand der Elektricität, die Art derſelben wechſelt oft ſehr ſchnell ab, und Herr **Hemmer** fand ſie einſt in einer Viertel Stunde acht Mahl verändert.

7. Nach einem Bliße, wobey eine ſtarke Entladung der elektriſchen Materie erfolget, fallen die Hollunderkügelchen mehrentheils zuſammen, und es gewinnt das Anſehen, als ob die Elektricität in dem Augenblicke verſchwunden wäre; nach einer ſehr kurzen Zeit aber fahren ſie wieder aus einander; oft kommen ſie nicht ein Mahl bis zur vollkommenen Berührung zuſammen.

8. Bey dieſem Zuſammenfallen der Kügelchen verändert ſich meiſtentheils die Art der Elektricität in eine andere, oft aber auch nicht.

9. Die mehreſten Erſcheinungen der Elektricität zeigen ſich vom April bis zum Auguſt, jedoch darf es nicht alle Mahl blißen und donnern; dieſe Erſcheinungen werden auch ohne Bliß und Donner und zwar in einem jeden Monathe beobachtet; beſonders iſt bey ſtürmiſchen Schnee- und Regenwetter die Elektricität oft eben ſo ſtark, als bey den ſtärkſten Gewittern im Sommer.

10. Die elektriſchen Erſcheinungen an der Maſchine dauern oft 3 bis 4 Stunden; oft aber auch kaum einige Minuten.

11. Bringt man bey elektriſchen Gewittern die beyden Kugeln P und N bis zur gänzlichen Berührung an einander, ſo iſt gar keine Spur von Elektricität an der ganzen Maſchine zu finden, ſo ſtark auch die Elektricität iſt. So bald man ſie aber wieder von einander rückt, ſo ſieht man auch den elektriſchen Strom wieder, und alle die erzählten elektriſchen Erſcheinungen erfolgen wie zuvor.

Aus

Aus allen dieſen Erſcheinungen zieht Herr Zemmer einige Folgen. Er ſagt, die Spitze b könne die Elektricität nicht unmittelbar aus den Wolken ziehen, ſondern nur aus ihren Wirkungskreiſen. Denn ſie erreiche die Wolken ſelbſt nicht, welche ſehr oft in einer ungemein großen Entfernung über ihr hinziehen. In dem Wirkungskreiſe einer Wolke aber gebe es immer abwechſelnde poſitive und negative, gleichſam concentriſch die Wolke umgebende Luftſchichten, und daher komme es, daß die Maſchine poſitive und negative Elektricität zeige, je nachdem die Spitze b in eine Luftſchicht von dieſer oder jener Art eingeſenkt ſey. Es ſey alſo gar nicht nothwendig, negative Wolken anzunehmen, indem ſich negative Elektricität an der Maſchine hinlänglich aus den negativen Wirkungskreiſen erklären laſſe. Es ſey auch ohne dieſe abwechſelnden Luftſchichten der Elektricität ganz unmöglich, von den vielfältigen Abwechſelungen der Elektricität in der Maſchine einen hinreichenden Grund anzugeben, oder das Zuſammenfallen der Kügelchen zu erklären, welches ſich zeiget, wenn die Spitze b an die Grenze zwiſchen zwey Luftkreiſen kömmt, wovon die eine poſitiv die andere negativ iſt. Die oft ſo lange dauernde Elektricität der Maſchine komme aus den entfernten Schichten des Wirkungskreiſes der Wolke; es werde alſo dadurch den letztern nichts entzogen; der Blitz aber verurſache eine Entladung der Wolke ſelbſt, welche auf alle Schichten des Wirkungskreiſes mithin auch auf die Maſchine wirke.

Elektriſche Körper, an ſich elektriſche, idioelektriſche Körper, Nichtleiter (corpora electrica, per ſe electrica, idioelectrica, corps électriques, non-conducteurs) werden diejenigen Körper genannt, in welchen durchs Reiben an anderen ein bemerklicher Grad von Elektricität erreget wird, und welche dieſe erregte Elektricität nicht von ſelbſt fortführen, oder in ihrer Maſſe verbreiten, ſondern auf ihrer Fläche behalten.

Die Erfahrung lehret, daß es keine vollkommen elektriſchen Körper gibt, und daß auch ſelbſt diejenigen, welche

Nichtleiter genannt werden, unter gewiſſen Umſtänden auch Leiter werden können. Ueberhaupt iſt es nicht leicht, anzugeben, ob Körper in dieſen oder jenen Umſtänden Leiter oder Nichtleiter ſind. Uebrigens iſt es aber ausgemacht, daß viele Körper die in ihnen erregte Elektricität eine ſehr lange Zeit behalten, und nur mit Schwierigkeit durch Mittheilung elektriſiret werden können.

Die vorzüglichſten elektriſchen Körper ſind folgende:

Glas, und alle Verglaſungen, auch die metalliſchen,
Alle Edelgeſteine, worunter die durchſichtigen die beſten ſind,
Alle Harze und reſinöſe Miſchungen,
Bernſtein,
Schwefel,
Im Ofen gedörrtes oder ſonſt ſehr trocknes Holz,
Alle Erdharze,
Wachs
Seide
Baumwolle
Alle trockene Subſtanzen aus dem Thierreiche, als: Federn, Wolle, Haare u. ſ.
Pappier,
Weißer Zucker und Candiszucker
Luft, wenn ſie nicht feucht iſt
Oele,
Metalliſche und halbmetalliſche Kalke,
Aſche von animaliſchen und vegetabiliſchen Subſtanzen,
Roſt der Metalle,
Alle trockene vegetabiliſche Subſtanzen,
Alle harte Steine, worunter die härteſten die beſten ſind,
Hartgefrornes Eis in einer Kälte von 13 Grad unter o nach Fahrenheit, wie Herr **Achard** *) entdecket hat.

Viele von dieſen genannten Körpern, und vielleicht alle, mit welchen ſich der Verſuch anſtellen läßt, verlieren erhitzt die Eigenſchaft elektriſcher Körper, und werden dadurch wirkliche, obgleich nicht gute Leiter. So werden z. B. glü-hendes

*) Mémoires de l'Acad. roy. des ſcienc. de Berlin 1776.

ſendes Glas, geſchmolzenes Harz, heiße Luft, ſehr erhitztes gedörrtes Holz u. ſ. w. Leiter der Elektricität. Auch gibt es Körper, welche durchs Reiben merklich elektriſiret werden, und dennoch auch gute Leiter ſind, wie z. B. trockene Marmorplatten, trockenes nicht gedörrtes Holz u. d. g. Dieſe Körper werden **Halbleiter** genannt. Auch hat man bemerkt, daß das Glas, beſonders das härteſte und am beſten verglaſete, bisweilen ſogar ein völliger Leiter ſey.

M. ſ. **Cavallo** vollſtändige Abhandlung der Lehre von der Elektricität. Leipzig 1797. B. I. S. 11. u. f.

Elektriſche Materie ſ. **Elektricität.**

Elektriſirmaſchine, elektriſche Maſchine (machina electrica, machine électrique) iſt eine mechaniſche Vorrichtung, die urſprüngliche Elektricität eines elektriſchen Körpers durch Reiben nicht nur zu erregen, ſondern auch dieſe andern Körpern mitzutheilen. Die weſentlichen Theile einer Elektriſirmaſchine ſind folgende:

1. Ein elektriſcher Körper, welcher durch eine bequeme mechaniſche Einrichtung zu einem ſchnellen Umlauf gebracht, und durch das Reiben an einem andern Körper ſtark und anhaltend elektriſiret werden kann.

2. Das Reibzeug, durch welches beym Umlauf des elektriſchen Körpers derſelbe die Elektricität erhält, und

3. der erſte Leiter, oder Hauptleiter, auch bloß der Conduktor der Maſchine, welchem die im elektriſchen Körper durchs Reiben am Reibzeuge erregte Elektricität mitgetheilet wird; dieſerwegen muß er auch von andern Leitern abgeſondert, d. i. iſoliret ſeyn. Er berühret zwar nicht unmittelbar den geriebenen elektriſchen Körper, ſondern ſteht nur demſelben nahe, wird aber doch vermöge der Erfahrung elektriſiret, wenn er nur iſoliret iſt.

Ungeachtet es viele elektriſche Körper gibt, welche durchs Reiben die Elektricität empfangen, und andern Körpern mittheilen, ſo hat man doch bey den Elektriſirmaſchinen das Glas am bequemſten gefunden. Nach den Vorſchlägen verſchiedener Naturforſcher hat es entweder die Geſtalt einer

Kugel,

Kugel, oder eines Cylinders, oder einer Scheibe, und daher entſtehen die Benennungen **Kugelmaſchinen, Cylindermaſchinen** und **Scheibenmaſchinen.** Alle dieſe elektriſchen Körper müſſen alsdann vermittelſt einer bequemen mechaniſchen Vorrichtung in einen ſchnellen Umlauf gebracht, und an einem Reibzeuge gerieben werden können. Die Glaskugeln oder Glascylinder, welche man zu den Elektriſirmaſchinen gebrauchet, werden an beyden Seiten in eine hölzerne oder auch meſſingene Büchſe gekittet. Gewöhnlich beſtehet dieſer Kitt aus einem Theile Pech, und einem Theile Wachs, und einem halben Theile rothen Ocker. Die metallene Achſe, an welcher die Kugeln oder Cylinder in Umlauf gebracht werden, muß nicht durch ſie hindurchgehen wegen der zu ſtarken Leitung der Elektricität. Weil aber die in den Kugeln und Cylindern eingeſchloſſene Luft bey der durchs Reiben verurſachten Wärme ausgedehnet, und daher Urſache ſeyn würde, daß ſie zerſpringen könnten, ſo iſt es rathſam, in der Büchſe ein Loch anzubringen, damit die Luft einen Aus- und Eingang habe. Hierdurch wird aber auch auf der andern Seite Anlaß gegeben, daß durch die Oeffnung Feuchtigkeit eindringe, und ſich an der innern Wand der Kugel oder des Cylinders anlege, wodurch die Elektricität ungemein geſchwächt würde; aus dieſem Grunde überzieht man das Glas inwendig mit einer harzigen Materie.

Bey den Glasmaſchinen gebrauchet man zum Reibzeuge lederne Küſſen von rothem Carduan, welche mit Haaren ausgeſtopfet, auch wohl noch mit Goldpapier überzogen ſind. Hierbey iſt es zugleich vortheilhaft, das Leder an der innern Seite zu vergolden oder mit Stanniol zu überlegen, und die Haare mit Stückchen Knittergold zu untermiſchen, auch ſelbſt den Rücken des Küſſens, wenn er von Holz iſt, mit Stanniol zu überlegen. Auf das Leder wird endlich noch das ſo genannte elektriſche Amalgama gebracht. M. ſ. **Amalgama, elektriſches.**

Der Conduktor oder erſte Leiter iſt ein blecherner Cylinder, welcher an dem einen Ende mit einem ſo genannten

Kamme oder **Collektor, Zuleiter** verſehen iſt, welcher mit ſeinen Spitzen gegen den elektriſchen Körper gerichtet iſt, um die Elektricität einzuſaugen. Der Conduktor muß übrigens aufs genaueſte abgerundet ſeyn, und gar keine ſcharfen Ecken beſitzen, damit keine Elektricität aus ſelbigen ausſtröme und verloren gehe. Auch befeſtiget man wohl an den beyden Enden desſelben ein Paar Kugeln, und überziehet alles außer dem Zuleiter mit Siegellack oder ſonſt mit einem rothen Firniß. Weil dieſer erſte Leiter dazu dienen ſoll, die durch Reiben erregte Elektricität aufzunehmen, ſo muß er nothwendig iſoliret ſeyn. Aus dieſem Grunde werden an ſelbigen ein Paar meſſingene Büchſen angelöthet, welche auf hinlänglich feſte gläſerne Füße, welche ebenfalls mit Siegellack oder einem Firniß überzogen und ausgegoſſen ſind, gekittet werden. Es iſt auch wohl gewöhnlich, daß dieſer erſte Conduktor an ſeidenen Schnüren aufgehängt wird; allein wegen des Hin- und Herſchwankens iſt es nicht ſo bequem, als wenn er auf Glasfüßen befeſtiget iſt. Sehr große Leiter werden auch aus Pappe gemacht, welche aber alsdann mit Stanniol überzogen werden müſſen.

Kugel- und Cylindermaſchinen.

Die Kugel- und Cylindermaſchinen ſind zur Erregung der Elektricität zuerſt gebrauchet worden. So bediente ſich ſchon **Otto von Guerike** α) einer Schwefelkugel, welche er vermittelſt einer Kurbel auf einem hölzernen Geſtelle in Umlauf brachte, und mit der Hand rieb.

Auf eben dieſe Art verfuhr auch **Hawksbee** β) mit einer Glaskugel, gebrauchte aber ſtatt der Kurbel ein Rad, welches durch einen Handgriff und eine Schnur ohne Ende mit der Glaskugel in Umlauf gebracht wurde. Ob es gleich leicht einzuſehen war, daß durch eine ſolche mechaniſche Anordnung die Erregung der Elektricität durch Reiben weit leich-

α) Experimenta noua de vacuo ſpatio. Amſterd. 1672. fol. p. 140.
β) Phyſico-mechanical experiment. Lond. 1709. 4.

leichter und mit nicht ſo großer Ermüdung, und auch weit vollkommener erhalten werden konnte, als durch Reiben einer Glasröhre, entweder mit der bloßen Hand, oder durch ein in ſelbige gehaltenes Reibzeug, ſo bediente man ſich doch noch eine geraume Zeit dieſer andern Methode.

Hauſen [α]) in Leipzig war der erſte, welcher bey den elektriſchen Verſuchen die Elektriſirmaſchinen einführte. Es ſcheint dieſer nicht durch das Beyſpiel von **Hawksbee**, ſondern nach **Gehlers** [β]) Anzeige durch den Gedanken eines ſeiner Zuhörer, Nahmens **Litzendorf**, auf die Umdrehung der Glaskugel mittelſt eines Rades gekommen zu ſeyn, und dieſer Gedanke konnte einem Manne, wie **Hauſen** war, gewiß nicht unbenutzt entgehen. Nachdem **Boſens** zu Wittenberg und **Winklers** zu Leipzig merkwürdige Verſuche bekannt wurden, ſo wurden auch die Elektriſirmaſchinen allgemein mit Beyfall aufgenommen. **Boſe** gebrauchte bey ſeiner Maſchine zuerſt einen erſten Leiter, welcher in einer blechernen Röhre beſtand, die anfänglich von einem auf einem Pechkuchen ſtehenden Menſchen gehalten, nachher aber auf ſeidene Schnüren horizontal vor die Glaskugel geleget wurde. Damit dieſe Röhre der Glaskugel keinen Schaden zufügen möchte, legte er einen Bündel Fäden in das offene Ende der Röhre, welches gegen die Kugel gekehret war. **P. Gordon** zu Erfurth war der erſte, welcher ſich ſtatt der Kugel eines Glascylinders bediente, welchen er nicht durch Hülfe eines Rades, ſondern durch eine Schnur, welche über einen Bogen geſpannt war, wie auf kleinen Handdrehbänken, in Bewegung ſetzte. Nach dieſer Methode ließ ſich ſelbſt Winkler [γ]) eine Elektriſirmaſchine verfertigen, bey welcher der Glascylinder vermittelſt einer Schnur an einer Wippe durchs Treten beweget wurde. Jedoch verließ **Winkler** [δ]) dieſe Einrichtung bald wieder, und beſchrieb eine Maſchine

α) Noui profectus in hiſtoria electricitatis. Lipſ. 1743. 4.
β) Phyſikaliſches Wörterbuch. Th. I. S. 783.
γ) Gedanken von den Eigenſchaften, Wirkungen und Urſachen der Elektricität. Leipzig 1744. 8. S. 12.
δ) Eigenſchaften der elektriſchen Materie. Leipz. 1745. 8.

ſchine, wie er ſie zu größern Verſuchen gebraucht hat, bey welcher mit einem einzigen Rade vier Kugeln zugleich in Umlauf gebracht und durch das Anhalten der Hände von zwey Perſonen gerieben wurden. Bey den winkleriſchen Elektriſirmaſchinen iſt beſonders noch zu bemerken, daß an ſelbigen zum erſten Mahle ausgeſtopfte Küſſen als Reibzeuge angebracht worden ſind. Die Erfindung der Küſſen als Reibzeug bey den Elektriſirmaſchinen iſt eigentlich dem Drechsler **Gießing** in Leipzig zu zuſchreiben, welcher nach **Winklers** Verſicherung ſelbiges bey ſeiner erſten Elektriſirmaſchine anbrachte. Es war dieſes aber noch ſehr unvollkommen. Die Einrichtung des Küſſens an dieſer Maſchine war zwar ſo, daß es mittelſt einer Stellſchraube den Glascylinder näher und weiter gebracht werden konnte; allein es gab den Ungleichheiten des Glaſes in der Rundung nicht genugſam nach, und erwärmte daher das Glas zu ſehr. Aus dieſem Grunde verwarf ſelbſt **Winkler** anfänglich die Küſſen wieder, und gebrauchte lieber die Hände zum Reibzeuge. Nachher aber ließ er die Küſſen mit Federn verſehen, welche ſie gelind an die Glaskugeln andrückten, und den Ungleichheiten derſelben genugſam nachgaben.

Der Abt **Nollet** *) gab ſeinen Maſchinen die nämliche Einrichtung, wie die eben angeführten Deutſchen; er erklärte ſich aber ganz gegen den Gebrauch der Küſſen, und gebrauchte ſtets als Reibzeug eine Hand. Den erſten Leiter hing er an der Decke mit ſeidenen Schnüren auf, und verband ihn mit der Glaskugel durch eine metallene Kette. Dieſe Art von Elektriſirmaſchinen iſt in Frankreich, ohne daß etwas weſentliches wäre daran geändert worden, bis zum Jahre 1770 im Gebrauche geweſen.

Zu der Zeit, da das berühmte Experiment des Herrn **Boſe**, welches er die Beatification nannte (m. ſ. **Beatification**), bekannt wurde, und unter andern ſich vorzüglich **Watſon** in England mit Nachahmung desſelben beſchäftigte, ſo gab dieſes dem **Watſon** Veranlaſſung, eine eigene

Maſchine

*) Eſſay ſur l'électricité des corps. Paris 1746. 8. p. 48 f.

Maſchine dazu zu erfinden, um dadurch eine ſehr ſtark[e]
Elektricität zuwege zu bringen. Die Einrichtung dieſe[r]
Maſchine iſt mit der Erfindung der Deutſchen vollkomme[n]
ähnlich, nur daß das Rad an ſeiner Maſchine vier über ein
ander geſtellte Kugeln zugleich in Umlauf brachte, welch[e]
ſich an vier Küſſen rieben *).

Um eben dieſe Zeit gab auch **Wilſon** eine Elektriſirma
ſchine an, welche viel bequemer als irgend eine von den vor
hergehenden war. An dieſer Maſchine wird ein Glascylin
der durch ein neben bey liegendes Rad in Umlauf gebracht
und das Reibzeug befindet ſich unter dem Cylinder. De[r]
erſte Leiter liegt auf ſeidenen Schnüren über dem Cylinder
welche an vier hölzerne Säulen an dem Geſtelle der Ma
ſchine ſelbſt angeknüpft ſind. Auch findet man an dieſer Ma
ſchine zuerſt den Gebrauch des Zuleiters. Die einzige Un
vollkommenheit, welche ſich an dieſer Maſchine findet, iſt
daß der erſte Leiter nicht feſt liegt.

Auch ſuchten die engliſchen Künſtler den Glaskugel[n]
einen ſehr ſchnellen Umlauf dadurch zu geben, daß ſie in ei
nem kleinen Gehäuſe ein kleines Stirnrad mit einem Getrieb[e]
einſchloſſen, wovon die Axe des letztern zugleich die Axe de[r]
Kugel war. So einfach und ſinnreich auch dergleichen Ma
ſchinen ſind, ſo erfordern ſie doch eine überaus genaue Bear
beitung. Uebrigens kann hier die Einrichtung ſo gemach[t]
werden, daß die Axe der Glaskugel entweder vertikal ode[r]
auch horizontal liegt. Eine Maſchine dieſer Art hat **Nairn**
angegeben. Der erſte Leiter dieſer Maſchine wird von ſeide
nen Schnüren getragen, welche an vier auf das Geſtelle de[r]
Maſchine errichtete Säulen geknüpft ſind; die Axe de[r]
Glaskugel ſteht vertikal, und das Küſſen wird an die K[u]ge[l]
durch eine Feder gedruckt, welche auf dem Gehäuſe des Rä
derwerkes aufſtehet. Dieſe Maſchine iſt tragbar, und läßt
ſich auf einen Tiſch aufſchrauben.

Noch eine andere Maſchine gab der Künſtler **Read** an;
die Axe des Glascylinders ſteht auf dem horizontalliegenden
Fußbrett

*) Experim. and obſerv. on electricity. Lond. 1745. 8.

Fußbrete ſenkrecht, und ruht mit dem andern Ende in einem vom Fußbrete heraufgehenden meſſingenen Bogen. Die umlaufende Bewegung des Glascylinders geſchiehet durch eine Schnur ohne Ende, welche um ein mit dem Tiſche parallel liegendes Rad, und um einen am untern Ende der Axe des Glascylinders befeſtigten Würtel geleget iſt. Der erſte Leiter ſteht auf einem Glasbecher, welcher ihn iſoliret, und iſt an dem Ende, welches dem Glascylinder zugekehret iſt, ausgezackt. Das Küſſen wird durch eine am meſſingenen Bogen angebrachte Feder gehalten, und an den Glascylinder angedruckt. Die Umdrehung des horizontalliegenden Rades erfordert bey dieſer Maſchine eine etwas unbequeme Bewegung des Armes.

Prieſtley *) gibt auch zwey Maſchinen von ſeiner eigenen Erfindung an. Die eine nennt er ſelbſt, weil ihr Gebrauch von ſo ausgebreitetem Umfange iſt, eine Univerſalelektriſirmaſchine. Das Geſtelle dieſer Maſchine beſtehet aus zwey oblongen Bretern, welche durch zwey kleine Querhölzer in einer parallelen Lage etwa 4 Zoll weit aus einander gehalten werden. Dieſe beyden Breter können horizontal auf einen Tiſch geleget, und das unterſte mit eiſernen Klammern daran befeſtiget werden. Auf dieſem Geſtelle ſtehen zwey Säulen von gedörrtem Holze, und das Küſſen. Die eine von dieſen beyden Säulen läßt ſich zugleich mit der Feder, welche das Küſſen hält, in einem Falze verſchieben, welche der Länge nach faſt durch das ganze obere Bret reichet, und kann durch Schrauben in die gehörige Entfernung von der andern geſtellet werden. Dieſe andere ſteht feſt, geht durch das obere Bret hindurch, und iſt an das untere befeſtiget. Dieſe beyden Säulen haben verſchiedene Löcher, in welche man die Spindeln verſchiedener Kugeln einlegen kann; und da ſie ſich in jeder Entfernung von einander ſtellen laſſen, ſo kann man zwiſchen ihnen nicht allein Kugeln, ſondern auch

*) Geſchichte der Elektricität a. d. Engl. von Krünitz S. 351. u. f.

auch Cylinder oder Sphäroiden von verſchiedener Größe aufhangen. An dieſer Maſchine ſoll man nach Prieſtley mehr als eine Kugel auf ein Mahl gebrauchen können, wenn man ſie über einander in die verſchiedenen Löcher der Säulen einhängt, und jeder einen eigenen Würtel anpaſſet. Allein es iſt nicht einzuſehen, wie bey dieſer Einrichtung einer jeden Kugel ein eigenes Küſſen bequem gegeben werden könne.

Das Küſſen dieſer Maſchine beſteht aus einer hohlen kupfernen Schüſſel, welche mit Pferdehaaren ausgeſtopfet und mit Corduan überzogen iſt. Es ruhet auf einem Fußgeſtelle, welches die cylindriſche Axe eines runden und flachen Stücks gedörrten Holzes aufnimmt, wovon das andere Ende in dem Schnabel einer gebogenen Stahlfeder ſteht. Die Stahlfeder ſelbſt iſt noch mit einer Schraube verſehen, wodurch man ſie nach Gefallen ſtärker anziehen oder nachlaſſen kann.

Das Rad dieſer Maſchine iſt an dem Tiſche befeſtiget; es hat verſchiedene Einſchnitte, damit man mehrere Schnuren darum legen könne, wenn man zwey oder drey Kugeln oder Cylinder auf ein Mahl gebrauchen will, und da es gar nicht mit dem Geſtelle der Maſchine verbunden iſt, ſo kann man es in verſchiedenen Entfernungen von einander feſt ſchrauben, um dadurch der veränderlichen Länge der Schnur nachzugeben.

Der erſte Leiter beſteht aus einem hohlen kupfernen Gefäße in Geſtalt einer Birne, welche den Stiel aufwärts kehret, mit dem runderen Theile aber auf gedörrtem Holze ſteht. Von dem Stiele aus geht an die Glaskugel ein gebogener Meſſingdroht, welcher an ſeinem Ende einen Ring hat, woran man einige kleine ſpitzige Drähte ſteckt, welche ganz leicht an den elektriſchen Körper anſpielen, und die elektriſche Materie aus ihm einſaugen.

Die zweyte Maſchine von **Prieſtley** iſt nach eben den Grundſätzen wie die erſte eingerichtet, es kann aber bey ihr nur eine einzige Kugel oder ein einziger Cylinder angebracht werden. Die ganze Maſchine beſteht nur aus einer einzigen

gen Säule, welche auf drey Füßen ſtehet. Dieſe Säule hat an zwey Orten inwendig Oeffnungen, in deren unteren ein Rad und in der obern ein Würtel an der Spindel der Glaskugel ſich befindet, um welche ein lederner Riemen geleget wird, der durch eine kleine Schnalle ſtraff genug zuſammengeſchnallet werden kann. Auch das Reibzeug iſt an der Säule befeſtiget. Der erſte Leiter iſt eben ſo wie bey der erſten Maſchine eingerichtet, und wird auf einen Tiſch geſtellet, welcher neben der Elektriſirmaſchine ſich befindet.

Eine der vorzüglichſten und einfachſten Cylindermaſchinen, bey welcher alle nur mögliche Vollkommenheiten angebracht ſind, iſt diejenige, welche Cavallo *) angegeben hat. Das Geſtelle dieſer Maſchine beſteht (fig. 6.) aus dem Brete abc, welches beym Gebrauch der Maſchine mit zwey eiſernen Klammern an den Tiſch befeſtiget wird. Auf dieſem Brete ſind zwey ſtarke hölzerne Säulen kl und ah ſenkrecht aufgerichtet, welche den Glascylinder und das Rad tragen. Aus der meſſingenen Kapſel, worein der eine Hals des Cylinders ff gefaßt iſt, geht eine ſtählerne Spindel durch die Säule kl hindurch, und trägt jenſeits dieſer Säule an ihrem Ende, welches viereckig iſt, einen Würtel. Auf der Peripherie des Würtels ſind drey bis vier verſchiedene Einſchnitte, um der veränderten Länge der Schnur nachgeben zu können, welche um den Würtel und den Einſchnitt des Rades d gezogen wird. In der andern Kapſel des Cylinders iſt ein kleines Loch, in welches das koniſche Ende einer ſtarken Schraube geht, welche durch die Säule h durchgeſchraubet iſt. Das Rad d wird vermittelſt des Handgriffs e um eine ſtarke Axe gedrehet, welche um die Mitte der Säule kl in derſelben befeſtiget iſt.

Das Küſſen g dieſer Maſchine iſt an jedem Ende um zwey Zoll kürzer, als der Cylinder, und berührt auf ein Mahl etwa den zehnten Theil oder lieber noch einen geringern von dem Umfange deſſelben. Es beſteht aus einem dünnen

*) Vollſtändige Abhandlung der Elektricität. Leipzig 1797. 8. B. I. S. 146. f.

mit Haaren ausgeſtopften ſeidenen Küſſen, und iſt mit ſeide
nen Schnüren an ein nach der Krümmung des Cylinders ein
gerichtetes Holz gebunden; an das äußere Ende dieſes Küſſen
wird ein Leder befeſtiget, welches das Küſſen ſo bedeckt, daß da
Leder zwiſchen den Cylinder und das Küſſen zu liege
kömmt; überdem wird noch an dem obern Ende dieſes Kü
ſens ein Stück Wachstaffet angebracht, welches, nach den
Vorſchlage des D. Nooth *), als Ueberſchlaglappen obe
über den Cylinder geleget wird. In dieſes Leder wird da
elektriſche Amalgama eingerieben. Um das Küſſen feſt a
den Cylinder anzudrucken, dienen entweder ein Paar Stah
federn, oder ſeidene Schnüren, oder andere Einrichtunge
Die beyden Fäden kommen aus der hölzernen Haube eine
ſtarken gläſernen Säule hervor, welche auf dem unter
Brete ſenkrecht ſteht. Dieſe Säule hat einen viereckige
hölzernen Fuß, welcher ſich in einem Falze in dem unter
Brete a b c verſchieben, und durch eine Schraube feſtſtelle
läßt. So kann man dieſe gläſerne Säule in jede beliebig
Entfernung von dem Cylinder ſtellen, und mithin nach G
fallen das Küſſen ſtärker oder ſchwächer an denſelben a
drucken. Auf dieſe Art iſt das Küſſen vollkommen iſolirt
Wird aber das Iſoliren des Küſſens nicht erfordert, ſo kan
man eine Kette mit einem Häkchen daran hangen, welc
mit dem Leder verbunden iſt, und wenn ſie auf den Fußb
den herabhängt, ſo iſt das Küſſen nicht mehr iſoliret.

Der erſte Leiter (fig. 7.) a b iſt von Meſſingblech, un
ruht auf zwey überfirnißten Glasſäulen, welche mit zw
meſſingenen Füßen in das Bret c c befeſtiget ſind. Di
Leiter ſauget die Elektricität durch die Spitzen des Zuleite
ein, welche ungefähr $\frac{1}{2}$ Zoll von der Oberfläche des Cyli
ders abgerückt werden.

Wenn der Handgriff des Rades (fig. 6.) e gedreh
wird, ſo wird der erſte Leiter + E erhalten. Will m
aber — E haben, ſo muß die Kette vom Küſſen abgenom
men, und an den erſten Leiter gehängt werden, welcher aus de
Bod

*) Philoſoph. transact. Vol. LXIII. Nro. 35.

Boden — E zuführen, und + E ableiten ſoll. Auf dieſe Weiſe iſt das Küſſen iſoliret, und erhält beym Umdrehen — E. Wird mit dem Küſſen ein anderer iſolirter Leiter verbunden, welcher dem erſten Leiter völlig ähnlich iſt, ſo wird auch dieſer — E erhalten.

Einer der berühmteſten Künſtler in England, **Nairne**, hat ſich um die Verbeſſerung der Cylindermaſchinen vorzüglich verdient gemacht. Man findet eine von dieſem Künſtler beſonders für den mediciniſchen Gebrauch eingerichtete Maſchine bey **Cavallo** beſchrieben. Die Haupttheile dieſer Maſchine ſind der Glascylinder und die beyden Leiter, welche ſich alle in einer parallelen Lage befinden. Der Cylinder, welcher gemeiniglich ungefähr 7 Zoll im Durchmeſſer hat, iſt mit hölzernen Kappen verſehen, und drehet ſich in zwey hölzernen Stücken, die oben auf zwey ſtarke Glasſäulen (fig. 8.) bb gekittet ſind. Dieſe Säulen ſind in das untere Bret der Maſchine feſt gemacht, und dieſes wird mittelſt einer Klammer an den Tiſch angeſchraubet. Unten an dieſem Brete ſind Einſchnitte gemacht, und in dieſen laſſen ſich die hölzernen Stücken ff hin und her ſchieben, und mittelſt der Schrauben ll feſtſtellen. Das Reibzeug iſt an dem Leiter r befeſtiget. Es beſteht aus einem ausgeſtopften ledernen Küſſen, an deſſen unterem Theile ein Stück ſeidenes Zeug angeleimt iſt. Letzteres iſt über die Oberfläche des Küſſens, nämlich zwiſchen dem Küſſen und dem Glaſe, gezogen, gehet über den Cylinder hinweg, und reicht faſt bis an die ſpitzigen Drähte, welche an dem andern Leiter befeſtiget ſind, um die Elektricität von dem Cylinder aufzunehmen.

Die Leiter ſind von Blech, und mit einem ſchwarzen Lack überzogen, und in jedem ſteckt eine belegte Flaſche, und noch eine dünne belegte Röhre, oder kleine Flaſche, die man ſehen kann, wenn die Deckel nn weggenommen ſind. An jedem Leiter iſt ein Knopf p befeſtiget, um eine Kette daran hängen zu können, und man erhält dann poſitive und negative Elektricität, je nachdem man den einen oder andern Leiter mit der Erde verbindet.

Der längſte Theil der Kurbel c, wodurch der Cylinde[r] gedrehet wird, iſt von Glas.

Alle Theile dieſer Maſchine, der Leiter, das Reibzeu[g], der Cylinder und ſeine Kappen ſind iſolirt. Herr Cavall[o] verſichert, daß er nie eine nach andern Grundſätzen gebaue[te] Maſchine von gleicher Größe geſehen habe, welche dieſer i[n] Rückſicht ihrer Wirkung gleich gekommen wäre.

Außerdem hat Nairne dieſer Maſchine einen Auslad[e]elektrometer (m. ſ. Elektrometer), und mehrere ande[re] Inſtrumente beygefügt, welche zu jeder Abſicht bey der m[e]diciniſchen Elektricität erforderlich ſind; beſonders laſſen ſi[ch] mittelſt der Flaſchen, welche in die Leiter geſteckt ſind, ſeh[r] kleine Schläge mit der größten Leichtigkeit, und faſt bis [zu] einem unmerklichen Grade geben.

Adams *) beſchreibt ebenfalls zwey Maſchinen, welc[he] beyde mit der des Cavallo ſeiner übereinſtimmen; bey d[er] einen wird der Glascylinder bloß durch eine Kurbel, bey d[er] andern aber durch ein Rad in Umlauf gebracht. Am Kü[ſ]ſen fehlt bey dieſen Maſchinen das Leder, worauf ſonſt d[as] elektriſche Amalgama gerieben wird; ſtatt deſſen geht ab[er] ein Stück Wachstaffet vom untern Rande des Küſſens au[s] und verbreitet ſich über den Cylinder ſo weit, daß es beynah[e] an den Zuleiter des erſten Leiters anſtößt. Der erſte Leit[er] ſteht nur auf einem einzigen Glasfuße. Der Leiter zur n[e]gativen Elektricität iſt an einem hölzernen Arme der Gla[s]ſäule, welche das Küſſen trägt, feſt, und die ganze Ma[ſ]chine hat ihr Fußbret auf dem Boden des Zimmers.

Nicholſon †) ſuchte die Cylindermaſchinen noch meh[r] zu verbeſſern. Er iſt der Meinung, daß der von D. Noot[h] zuerſt angegebene ſeidene Lappen nicht allein dazu diene, de[n] Rückgang der Elektricität von dem Cylinder zu dem Küſſe[n] zu verhindern, ſondern es ſey ſelbſt dieſer Lappen das vo[r]züglichſ[te]

*) Verſuch über die Elektricität. S. 14. u. f.

†) Experim and obſervat. on electricity in Philoſ. transact. V[ol.] LXXIX. P II. p. 273 ſqq. überſ. in Grens Journal der Phy[ſik] B. III. S. 49. u. f.

zūglichſte Wirkungsmittel bey Erregung der Elektricität, indem das Küſſen ganz allein die Stelle vertrete, die Elektricität herzugeben, und den Druck am vordern Theile zu verſtärken. Die Entweichung der Elektricität von der Oberfläche des Cylinders wird nicht ſo wohl durch die Dazwiſchenkunft der Seide, als vielmehr durch eine Bindung verhütet, indem der ſeidene Lappen eben ſo ſtark negativ wird, als der Cylinder poſitiv iſt. Dieſe Sätze wurden durch folgende Verſuche erwieſen. Wenn man das Küſſen von dem Cylinder einen Zoll weit entfernt, und die Elektricität allein durchs Reiben an den ſeidenen Lappen erregen ließ, ſo ſahe man einen Lichtſtrom zwiſchen dem Küſſen und dem ſeidenen Lappen, und der erſte Leiter gab weit weniger Funken. Wurde in dieſen Lichtſtrom eine Rolle Seidenzeug gelegt, ſo verſchwand das Licht, und man erhielt im Conduktor noch weniger Funken. Wurde im Gegentheil eine nicht iſolirte Metallſtange zwiſchen das Küſſen und den ſeidenen Lappen gelegt, ohne daß ſelbige irgend einen Theil der Elektriſirmaſchine berührte, ſo ſahe man einen ſehr ſtarken elektriſchen Strom zwiſchen dem ſeidenen Lappen und der Metallſtange, und der Conduktor gab ſehr viele und ſtarke Funken. Brachte man den Knopf einer leidner Flaſche an die Stelle der Metallſtange, ſo wurde dieſe mit — E geladen. Der ſeidene Lappen allein mit einem nach hinten zu angebrachten Stück Zinnfolie brachte viel Elektricität zu Wege; mehr erhielt man, wenn das Küſſen mehr angedruckt ward; noch mehr aber, wenn die Hand an den ſeidenen Lappen ſtatt des Küſſens gebracht wurde. Wenn der Lappen ſehr ſtark war, oder auch mehrere über einander geleget waren, ſo erhielt man allemahl geringere Elektricität, als bey einem ſehr dünnen und einfachen Lappen. Wurde der ſeidene Lappen von dem Cylinder abgenommen, ſo entſtanden zwiſchen beyden Funken, und man fand jenes ſchwach mit — E und dieſes mit + E.

Nunmehr unterſuchte Herr **Nicholſon**, woher es komme, daß durchs Reiben des Küſſens an dem Cylinder ohne ſeidene Lappen Elektricität in den erſten Leiter geführet

werden könne. Er entdeckte, daß in dieſem Falle der her vorſpringende Theil des Küſſens allein die Elektricität au der Oberfläche des Cylinders binde, und daß ohne dieſ Bindung nur ſehr wenige Elektricität in den erſten Leiter ab geführet werde.

Wenn man einen ſeidenen Lappen an den Glascylinde ſo anbringt, daß ſeine Enden hinabwärts gehen, und er di Hälfte des Umfanges berühret, der Cylinder aber ſich an einen mit Amalgama verſehenen Leder reibet, ſo wird der Cylinde während der Zeit, da er unter dem ſeidenen Lappen hinweg gehet, begierig nach + E. Die herannahende Fläche de Glaſes nimmt + E an, und gibt es am andern Ende, w ſie den ſeidenen Lappen verläßt, wieder von ſich. Wenn da her an der erſten und letzten Berührungsſtelle auf beyden Seiten iſolirte Leiter angebracht ſind, ſo erhält der erſte — E und der andere + E, bis die Intenſitäten beyder E ſo groſ ſind, als es die Kraft des Apparats bewirken kann. Dieſ elektriſchen Zuſtände beyder Leiter verwechſeln ſich ſogleich wenn der Cylinder in entgegengeſetzter Richtung gedrehet wird. Dieß leitete Herrn **Nicholſon** auf den Gedanken, an ei und dem nämlichen Leiter beyde Elektricitäten rege zu machen indem man zwey Küſſen, auf jeder Seite eines, anbrachte und das Reibzeug mit dem ſeidenen Lappen beweglich machte. Er hat auch hiernach eine Maſchine mit einem Conducto angegeben, worin beyde Arten von Elektricität durch da einfache Verfahren hervorgebracht werden, daß, um die ent gegengeſetzte Elektricität zu erhalten, das lederne Reibzeug abgelöſet, und an dem andern Küſſen auf der entgegenge ſetzten Seite des Cylinders befeſtiget, dieſer aber nun nach der entgegengeſetzten Richtung umgedrehet wird.

Außerdem beſchreibt auch **Nicholſon** noch eine Art, die Elektricität eines Cylinders in einem hohen Grade zu erregen. Er reiniget den Cylinder, und wiſcht den ſeidenen Lappen ab. Hierauf läßt er den erſtern an einem mit Talg beſtrichenen Leder ſo lange umlaufen, bis er gleichförmig undurchſichtig geworden iſt; alsdann dreht er ihn ſo lange um,

bis

bis der ſeidene Lappen ſo viel Talg abgewiſcht hat, daß er halb durchſichtig geworden iſt. Nunmehr bringt er etwas Amalgama auf ein Stück Leder, vertheilt es gleichfömig, und bringt es an den Cylinder. Die Friktion wird hierbey größer, und es muß das Leder nicht eher wieder weggenommen werden, als bis ſie größer zu werden aufhöret. Nimmt man aber das Leder alsdann hinweg, ſo wird auch die Maſchine in Anſehung der Erregung der Elektricität in einem beträchtlichen Grade wirkſam geworden ſeyn.

Das Reibzeug der Maſchine des Herrn **Nicholſon** beſteht aus einem ſeidenen Lappen, welchen die Kaufleute **Perſian** nennen, und welcher an ein Stück Leder geleimet iſt. Das Küſſen wird gegen den Lappen durch eine dünne Spiralfeder, welche in der Mitte auf der Rückſeite des Küſſens angebracht iſt, angepreßt. Am Zuleiter bedient er ſich nie der Spitze, ſondern bringt den Conduktor ſelbſt faſt in Berührung mit dem Cylinder.

Was die Stärke der auf dieſe Art erregten Elektricität betrifft, ſo gab eine 5 zollige Kugel an einer Maſchine mit einem 12 zolligen Cylinder und einem Reibzeuge von $7\frac{1}{2}$ Zoll häufige über 14 Zolle lange Funken; ein 7 zolliger Cylinder gab $10\frac{3}{4}$ Zoll lange Funken. Eine Verſtärkungsflaſche von beynahe $2\frac{1}{2}$ Quadratfuß wurde bis zur freywilligen Entladung geladen. Die Anzahl der Quadratfüße von der Oberfläche des Glascylinders, welche gerieben werden mußten, um ein Quadratfuß Beleg zu laden, war wenigſtens 18,03 und höchſtens 19,34. Uebrigens bemerket Herr Hofrath **Lichtenberg** *), daß nach Herrn **Nicholſons** genauer Beſtimmung ein gläſerner Cylinder von 9 Zoll im Durchmeſſer mit einem Reiber von $7\frac{1}{2}$ Zoll Länge gerade ſo viel leiſtete, als Herrn **van Marum's** eigene Maſchine aus zwey Scheiben von 33 Zoll, welche faſt 30 Mahl ſo viel koſtete. Dagegen erinnert der Ueberſetzer der neueſten

*) Anfangsgründe der Naturlehre von Poly. Erxleben. Götting. 1794. 8. Anmerk. zu. §. 500.

neueſten Schrift von **Cuthbertſon** *), daß dieſe von **Ni**-**cholſon** angegebenen Beſtimmungen keinesweges beſtehe[n] könnten. Er wiſſe zwar nicht, nach was für Thatſache[n] **Nicholſon** dieſe Berechnung angeſtellet habe; ſollte ſ[ie] jedoch wirklich geſchehen ſeyn, ſo habe entweder **Nicholſo[n]** die neuern Verbeſſerungen des Herrn van Marum nicht g[e]-wußt, oder er könne, wie gewöhnlich, nichts gut finde[n] was nicht engliſchen Urſprungs ſey. Vergleiche man d[ie] Angaben von **Nicholſon** mit denen von **van Marum**, [ſo] ergebe ſich ſogleich die Unrichtigkeit der Behauptung. Na[ch] **Nicholſon** muß man ſeinen 9 zölligen Cylinder 11,7 Ma[l] umdrehen, um 1 Quadratfuß Belegung zu laden, und da[zu] werden $5\frac{1}{2}$ Sekunde Zeit erfordert; auch muß er $18\frac{1}{2}$ Qu[a]-dratfuß Glas reiben, um jene Ladung zu bewirken. He[rr] **van Marum** ladet in ſeiner doppelten 32 zölligen M[a]-ſchine im Mittel 15 Quadratfuß Belegung mit 15 Umdrehu[n]-gen, folglich einen Quadratfuß mit einer Umdrehung. [Da] nach **Cuthbertſons** Angabe die marumſchen Küſſen ohn[e] Noth 100 Zoll lang ſind, ſo iſt die geriebene Fläche an all[en] 4 Flächen der beyden Scheiben 2464 Quadratzoll = 19 Quadratfuß, alſo die zur Ladung von 1 Quadratfuß Be[le]-gung nöthige geriebene Fläche ſo groß, wie bey **Nicholſo[n]**. Da aber **Cuthbertſon** gezeiget hat, daß die marumſchen Kü[ſ]-ſen 3 Zoll zu lang ſind, und nur 7 Zoll lang ſeyn ſollten, ſo iſt [die] geriebene Fläche bey einer Umdrehung nur 2198 Quadratz[oll] = 15,2 Quadratfuß, und ſo viel iſt zur Ladung von 1 Quadratf[uß] nöthig, folglich erregt die marumſche Maſchine beſſer a[ls] die nicholſonſche. Da endlich eine Umdrehung gar fügli[ch] in weniger als einer Sekunde gemacht werden kann, mit de[m] Cylinder aber $11\frac{1}{2}$ Umdrehung, und dazu $5\frac{1}{2}$ Sekunde erfo[r]-dert werden, ſo wirkt die Scheibenmaſchine in gleicher Ze[it] ſechs Mahl ſtärker. Würden nun noch mit Ladung ſe[hr] großer Batterien von 4 bis 500 Quadratfuß Proben ang[e]-ſtellt, ſo würde der Cylinder vielleicht gar nicht im Stan[de] ſey[n]

*) Abhandlung von der Elektricität u. ſ. Dritte Fortſetzung. Lei[pzig] 1796. 8. S. 97.

ſen, dieſelbe voll zu laden. Was endlich den Preis betreffe, ſo wiſſe er nicht, wie **Nicholſon** rechne. Geſetzt auch, die marumſche Maſchine koſte 600 Gulden, ſo müſſe nach dem angegebenen Verhältniſſe eine Cylindermaſchine 20 Gulden koſten. Er habe aber mehrere mit 7 zölligen Cylindern und einigen Flaſchen mit 100 Thlr. bezahlen ſehen. Er getraue ſich aber eine marumſche Maſchine um 150 bis 200 Gulden zu ſchaffen, und ſo theuer ſeyen engliſche Cylindermaſchinen beynahe auch.

Glasſcheibenmaſchinen.

Nachdem man ſich bey den Elektriſirmaſchinen faſt allgemein zu den elektriſchen Körpern entweder Glaskugeln oder Glascylinder bedienet hatte, ſo kam man auch auf den Gedanken, hierzu runde Glasſcheiben zu gebrauchen. Man glaubte dadurch vorzüglich deßwegen eine ſtärkere Elektricität zu erregen, weil man mehr als ein Küſſen zum Reiben bequem anzubringen im Stande wäre. Es wurden dieſe Maſchinen um das Jahr 1766 bekannt. Der Künſtler **Ramsden** in London verfertigte ſie mit vielem Beyfall, und gab ſich ſelbſt als den Erfinder aus. Einige führen aber den D. **Ingenhouß** als den Erfinder der Glasſcheibenmaſchinen an. Nach einer Nachricht in der allgemeinen deutſchen Bibliothek [α]) iſt weder **Ingenhouß** noch **Ramsden** der Erfinder der Scheibenmaſchinen, ſondern vielmehr **Planta**, Stifter und Direktor des haldenſteiniſchen Seminariums, welcher ſich um das Jahr 1760 der Glasſcheibenmaſchine bedienet hat.

Dr. **Ingenhouß** [β]) ſagt, daß er ſich der Glasſcheibenmaſchinen ſeit dem Jahre 1764. zu bedienen angefangen habe, weil er ſich viel Hoffnung von dem Reiben der Scheibe an beyden Seiten gemacht. Er habe hiervon einigen ſeiner Freunde

[α]) Anhang zum 13. bis 24. Band. Vierte Abtheilung. S. 549.

[β]) Vermiſchte Schriften, herausg. von Molitor. Zweyte Auflage. Wien 1784. gr. 8. B. I. S. 172. u. f.

Freunde in London, auch dem Dr. **Franklin** in Philadelphi
Nachricht ertheilet, und nachher ſeyen dergleichen Maſchin
von **Ramsden** und andern Künſtlern nachgemachet worde

Dieſe Maſchine hat ſtatt der ſonſt gewöhnlichen Gla
kugeln oder Glascylinder eine runde Glasſcheibe, welc
mittelſt einer Kurbel vertikal umgedrehet wird. Es ge
nämlich durch die Mitte der Glasſcheibe eine eiſerne Axe hi
durch, an welcher die Kurbel befeſtiget iſt. Die Scheil
ſelbſt reibt ſich an vier ovalen Küſſen, welche etwa 2 Z
breit ſind, und deren zwey an jeder Seite der Scheibe a
den beyden Enden ihres vertikalen Durchmeſſers ſtehe
Das Geſtelle dieſer Maſchine beſtehet aus einem Fußbret
welches an den Tiſch angeſchraubet wird, und auf welche
zwey Säulen oder auch zwey Breter ſenkrecht ſtehen, un
oben mit einander verbunden ſind. Zwiſchen dieſen beyde
Säulen liegt die vertikale Glasſcheibe, welche ſich bey Um
drehung derſelben an den an zwey Querhölzern befeſtigte
Küſſen reibet. Der erſte Leiter iſt eine hohle Röhre, an de
ren einem Ende ſich zwey in Bogen gekrümmte Arme au
breiten, welche nahe an die Glasſcheibe reichen, und durc
einige daſelbſt angebrachte metallene Spitzen die erreg
Elektricität einſaugen. Dieſe Maſchine wird noch umſtän
licher beſchrieben vom Hofmechanikus **Schmidt** *) i
Jena, und von **d'Inarre** β).

Man ſahe ſich in der Hoffnung, durch dergleichen Ma
ſchinen ſtarke Elektricität zu erregen, nicht getäuſcht. Ma
ging daher noch weiter, und gebrauchte ſtatt einer Scheib
zwey Scheiben, deren jede auf beyden Seiten an zwe
Küſſen gerieben wurde. Die Wirkungen dieſer Glasſcheibe
maſchinen mit doppelten Scheiben fand man ungemein ſtar
nur bemerkte man anfänglich an ſelbigen die einzige Unvol
kommenheit, daß die metallene Axe der Glasſcheiben ſo viel
Elektricität annehme, und in den Fußboden ableite. Dieſe
nich

*) Beſchreibung einer Elektriſirmaſchine und deren Gebrauch. Je
1773. 4.

β) Von der Elektricität. Th. I. Frankf. 1787. 8. S. 23. u. f.

nicht geringe Fehler wurde nachher von **Cuthbertſon** α) in Amſterdam dadurch vermieden, daß er die metallene Axe zwiſchen den beyden Glasſcheiben mit einem gläſernen Ringe umgab, welchen er mit Siegellack an die Scheiben kittete. Alsdann führte er noch die beyden Arme des erſten Leiters zwiſchen die beyden Glasſcheiben bis nahe an den gläſernen Ring hinein, um alle dazwiſchen erregte Elektricität aufzunehmen.

Um aber auch an den Scheibenmaſchinen die negative Elektricität zu erhalten, that **le Roy** β) den Vorſchlag, die Küſſen an eine Glasſäule zu ſetzen, und zwey Leiter anzubringen, deren einer mit dem Küſſen und der andere mit der Scheibe in Verbindung ſtehe. Man erhält hierdurch entweder poſitive oder negative Elektricität, nachdem man den einen oder den andern Leiter mit dem Fußboden verbindet. Wenn beyde Leiter iſoliret bleiben, ſo bekommt der eine poſitive, der andere negative Elektricität, mithin hat man beyde zugleich, jedoch wegen der Iſolirung in einem ſehr ſchwachen Grade.

Die von **Ramsden** und **Cuthbertſon** angegebenen Scheibenmaſchinen ſind nachher mit einigen Abänderungen von **Sigaud de la Fond** γ), dem Grafen von **Brilhac** δ), **Rohlreif** ε), **Franz Maggiotto** ζ) und andern bey Beſchreibung ihrer Maſchinen zum Grunde geleget worden. **Sigaud de la Fond** ſuchte nur die ramsdenſche Scheibenmaſchine dadurch zu verbeſſern, daß er die metallene Axe dünner machte, um ſie von den Küſſen weiter zu entfernen,

und

α) Abhandlung von der Elektricität nebſt einer genauen Beſchreibung der dahin gehörigen Werkzeuge und Verſuche. a. d. Holländ. Leipzig 1786. S. 96.

β) *Rozier* obſerv. et mém. ſur la phyſique. Tom. V. Janv. 1775. S. 53.

γ) Précis hiſtorique et expérimental des phénomènes électriques à Paris 1781.

δ) *Rozier* obſervat. et mém. ſur la phyſique. May 1780.

ε) Lichtenbergs Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. I, St. 3. S. 101. f.

ζ) Ebendaſelbſt. B. II. St. 1. S. 137.

und daß er den metallenen Theil der Axe, welcher zwiſche den beyden Säulen ſich befand, mit überfirnißtem Holze be deckte. Der Graf von **Brilhac** gab der Glasſcheibe ma ſchine mit doppelten Scheiben die Einrichtung, daß die bey den Scheiben durch Hülfe eines großen Rades, eben ſo wi ſonſt die Glascylinder oder Glaskugeln, in Umlauf gebrach wurden. **Kohlreif** ſuchte vorzüglich das Reibzeug zu ver beſſern, und gebrauchte übrigens zwey Maſchinen, die ein von Glas zur poſitiven, und die andere von Holz zur nega tiven Elektricität. Sein Küſſen war von Leinwand, dün mit Talg überſtrichen, und mit Amalgama übertieben. E liegt ganz flach an dem Glaſe an, und hat keinen erhabener ſondern platt aufſitzenden Rand, welcher bis zur Berührun des Glaſes mit einem glatten Streifen Seidenzeug beklebe iſt; an der Seite des Küſſens, wo das Glas beym Umdre hen hervorkommt, iſt außerdem noch ein breiter Streife Seidenzeug befeſtiget, welcher wieder zurückgebogen wird damit keine Faſern an das Glas kommen. Die Axe, welch durch die Scheibe gehet, iſt von Holz. **Franz Maggiotti** nimmt ein Rad von buxbaumenem Holze, im Durchmeſſer Fuß, und ſetzt an den Rand deſſelben 8 Glasplatten von ½ Fu Breite an, ſo daß ſie um das Rad gleichſam einen Glas ring bilden. Sie ſind mit Schrauben an das Rad ge klemmt, und die Fugen in einander geſchliffen. Das Reib zeug iſt ein Küſſen mit Haaren gefüllt und mit Koitergol überzogen. Der erſte Leiter iſt an Haarſeilen iſoliret, und beſitzet zwey Arme, deren einer an der einen Seite und der andere an der andern Seite des Ringes anliegt.

Die ſehr ſtarke Elektricität, welche man bey den Glas ſcheibenmaſchinen wahrgenommen hatte, wurde durch Dr. **Ingenhouß** an der Elektriſirmaſchine des Herrn von **Kienmayer** beſtätiget. Dieſe Maſchine beſtand aus einem Spiegelglaſe von zwey Wiener Fuß im Durchmeſſer aus der fahrnfelder Spiegelfabrik, und ſteht auf vier Glasſäulen ſo, daß ſelbſt die Küſſen iſoliret ſind, und folglich negative Elektricität erhalten werden kann. Die Küſſen ſind von

Holz

Holz, mit Leder und Flanell überzogen, und werden durch Federn angepreßt. Von den Küſſen erſtrecken ſich ein Paar Streifen von Wachstaffet beynahe bis an den erſten Leiter. Wenn die Scheibe in Umlauf gebracht wird, welches durch eine einfache Kurbel geſchiehet, ſo fahren von einem Küſſen zum andern Feuerſtröme, welche im Dunkeln, wenn der Conduktor von der Maſchine entfernet iſt, das ganze Zimmer erleuchten. Aus dem Conduktor werden 7 bis 9 Zoll lange Funken herausgezogen.

Eine der größten Glasſcheibenmaſchinen mit doppelten Scheiben iſt die von **Cuthbertſon** verfertigte im teyleriſchen Muſeum zu Haarlem *). Dieſe Maſchine beſtehet aus zwey runden Glasſcheiben, jede von 64 Zoll im Durchmeſſer. Sie ſtehen in paralleler Lage 7½ Zoll weit von einander ab, ſind an eine gemeinſchaftliche Axe befeſtiget, werden allein mit einer Kurbel umgedrehet, und an 8 Küſſen, jedes 15½ Zoll lang, gerieben, welche ſich alle an einem beſondern Geſtelle befinden. Die Axe und ein Kreis um ſelbige von 33 Zoll im Durchmeſſer ſind mit einer harzigen Miſchung bedeckt; auch liegt die Axe auf Glasſäulen, ſo wie überhaupt das ganze Geſtelle auf Glasfüßen ſtehet. Gemeiniglich werden zwey Menſchen gebrauchet, dieſe Maſchine in Bewegung zu ſetzen. Soll ſie aber eine lange Zeit gedrehet werden, ſo werden vier Menſchen dabey gebrauchet. Mit der Axe in einer geraden Linie in einer Entfernung von 68 Zoll von den Scheiben befindet ſich eine gläſerne 57 Zoll hohe Säule, welche einen kupfernen 22 Zoll langen Cylinder

*) Beſchryving eener ongemenen groote Elektrizeermaſchine, geplaatſt in Teyler's Muſeum to Haarlem, door *Mart. van Marum*. Haarlem 1785. 4 überſ. Beſchreibung einer ungemein großen Elektriſirmaſchine, und der damit im teyleriſchen Muſeum zu Haarlem angeſtellten Verſuche durch Mart. van Marum. Leipz. 1786. 4. Eerſte Vervolg der Proefneemingen, gedaan met Teyler's Elektrizeermaschine gr. 4. deutſch. Erſte Fortſetzung. Leipzig 1788. 4. Die zweyte holländ. Fortſetzung und franzöſ. überſ. ſeconde continuation des expériences faites par le moyen de la machine électrique Teylerienne p. *Mart. van Marum* à Haarlem 1795. 4.

der mit kupfernen Kugeln von 9 Zoll Durchmeſſer am Ende trägt. Dieſer Cylinder hat an dem Ende, welches von der Maſchine abwärts liegt, eine Röhre mit einer Kugel von 4 Zoll im Durchmeſſer, an dem andern Ende aber zwey rechtwinkelig angeſetzte Arme von 9 Zoll Länge mit auslaufenden Kugeln von 6 Zoll im Durchmeſſer. Auf jeder Seite dieſer Maſchine ſteht auch noch eine 57 Zoll hohe Glasſäule mit dergleichem Cylinder. Aus jedem geht ein Arm 14 Zoll lang hervor. Beyde Arme laufen zwiſchen die Scheiben und beſitzen an jeder Seite zum Einſaugen der Elektricität 4 Spitzen. Dieſe drey Hauptſtücke des Conduktors ſind noch durch zwey kupferne Cylinder verbunden. Uebrigens hat der ganze beſchriebene Conduktor 23½ Quadratfuß Oberfläche. Die Funken, welche aus den vierzölligen Kugeln kommen, gehen in einen andern Leiter von 22 Zoll Länge und 8 Zoll Durchmeſſer, der ſich in Kugeln von 12 Zoll Durchmeſſer endiget, über; übrigens ſteht er auf einer Glasſäule, kann aber zur Ableitung der Elektricität vermittelſt eines Kupferdrahtes mit den Regenröhren des Gebäudes verbunden werden. Eben hiermit ſind auch die Küſſen verbunden, und man kann nach Belieben poſitive und negative Elektricität erhalten, weil alles iſoliret iſt.

Man hat dieſe Maſchine mit einer andern von völlig gleicher Einrichtung, wovon nur die Scheiben kleiner waren, verglichen, und gefunden, daß die Stärke der Elektricität keinesweges im Verhältniſſe der Größe ihrer Scheiben ſtehe, ſondern daß vielmehr die elektriſche Kraft in einem weit größern Verhältniſſe fortſchreite. Gleichwohl aber iſt die negative Elektricität bey dieſer Maſchine ungleich ſchwächer, als die poſitive, wie dieß ſogleich die Funken beweiſen. Die Urſache hiervon liegt darin, weil die Reiber allein nicht iſoliret werden können, ſondern das ganze Geſtelle, und hiermit die beyden Perſonen, welche die Maſchine drehen müſſen, zugleich mit iſoliret werden müſſen. Hierdurch wird der Luft eine allzugroße Fläche ausgeſetzet, und zu viel

elektriſche

elektriſche Materie aus der Atmosphäre angezogen, welche die negative Elektricität ſchwächt.

Die Kraft dieſer Maſchine ſcheint größer zu ſeyn, als alle, welche man bis jetzt verfertiget hat. Ihre Wirkungen ſind in der That erſtaunend. Wenn eine ſehr ſcharfe ſtählerne Spitze dem erſten Leiter genähert wurde, ſo zog ſie doch noch einen Lichtſtrom etwa von $\frac{1}{2}$ Zoll Länge heraus. Wurde eine ſolche ſcharfe ſtählerne Spitze auf den Leiter ſo befeſtiget, daß ſie drey Zoll hervorragte, ſo gingen aus ſelbiger Strahlen aus, welche 6 Zoll lang waren, wenn man eine Kugel von 3 Zoll im Durchmeſſer dagegen hielt; bediente man ſich aber ſtatt der Kugel einer andern Spitze, ſo waren die Strahlen nur zwey Zoll lang. Ein Zwirnsfaden von 6 Fuß Länge in einer Entfernung von 38 Fuß vom erſten Leiter ſenkrecht aufgehängt, wurde von demſelben angezogen. Wenn man einen Leiter gegen den erſten Leiter der Maſchine brachte, ſo konnte man in einer Minute 24 Zoll lange Funken in der Dicke eines Federkiels 300 Mahl ausziehen. Die Luft war ſo ſtark elektriſiret, daß ſogar die Kugeln an **Cavallo's** Elektrometer in einer Entfernung von 40 Fuß von der Maſchine um $\frac{1}{2}$ Zoll weit von einander gingen. Die Wirkung dieſer Maſchine iſt noch dadurch ſehr verſtärket worden, daß man den 135 Flaſchen, aus welchen die erſte Batterie beſtand, noch 90 beygefüget hat, ſo daß die ganze Batterie ungefähr 225 Quadratfuß belegter Fläche enthält. Zur Ladung dieſer Batterie werden 160 Umläufe der Scheiben erfordert. Durch einen Schlag dieſer Batterie wurde ein Cylinder von Buxbaum 4 Zoll hoch und 4 Zoll im Durchmeſſer geſpalten, wozu nach der von Herrn **van Marum** angeſtellten Rechnung eine Kraft von 9840 Pfund erforderlich war. Der Schlag der vorigen Batterie ſpaltete nur einen Cylinder von 3 Zoll Höhe und 3 Zoll im Durchmeſſer mit einer Kraft von 5535 Pfund. Außerdem ſind mit dieſer Maſchine noch ſehr wichtige Verſuche in Rückſicht der verſchiedenen Gasarten, der Schmelzung der Metalle und anderer Phänomene angeſtellet worden.

Cuthbertſon *), der Verfertiger dieſer großen Maſchine, hat außer der in der erſten Schrift angegebenen Elektriſirmaſchine in einer neuern Schrift eine kleinere Maſchine zu dieſer Abſicht angegeben, um die Verſuche, welche der Herr van Marum mit der teylerischen Maſchine angeſtellet hat, im Kleinen ohne großen Koſtenaufwand nachzumachen. Dieſe Maſchine beſtehet aus zwey Glasſcheiben, eine jede von 31 Zoll im Durchmeſſer, welche in paralleler Lage 7 Zoll weit von einander entfernet ſind, an einer gemeinſchaftlichen Axe ſich befinden, und an acht Küſſen, jedes 8 Zoll lang und 2 Zoll breit, ſich reiben. Die Scheibenaxe iſt von Meſſing im Durchmeſſer $1\frac{1}{2}$ Zoll, und nahe an den Scheiben mit hölzernen Cylindern umgeben, welche 4 Zoll dick mit einem elektriſchen Kitt überzogen ſind. Auch ſelbſt die Scheiben ſind bis auf 3 Zoll weit von der Axe mit Siegellack überzogen. Die Axe liegt auf drey gläſernen maſſiven Säulen, wovon zwey am vordern Theile ſich befinden, eine jede 4 Zoll weit von der Kurbel, die dritte aber den hintern Theil der Axe trägt. Eine jede Säule iſt aus zwey Stücken zuſammengeſetzet, welche in der Mitte durch einen meſſingenen Cylinder verbunden ſind. Sie ſind übrigens 3 Fuß 4 Zoll hoch. Das übrige Geſtelle iſt von Mahoganyholz. Die Axe hat am vordern Theile, wo die Kurbel ſich befindet, Schraubengänge, um ein Stück maſſives mit Siegellack überzogenes Glas im Durchmeſſer 10 Zoll und in der Dicke 2 Zoll daran zu ſchrauben. An der einen Seite dieſes Glaſes iſt ein Stück Meſſing mit einer Schraubenmutter, und an der äußern eine viereckige meſſingene Platte mit einer Schraube befeſtiget. An dieſer ſitzt die Kurbel, welche einen Kreis von 22 Zoll im Durchmeſſer beſchreibet.

Der erſte Leiter beſteht aus 5 hohlen meſſingenen Cylindern. Zwey von dieſen, welche Herr Cuthbertſon die Arme nennt, haben die Geſtalt eines Winkelhakens; an dem

*) Beſchreibung einer Elektriſirmaſchine und einigen damit von R. Deiman und A. Paets von Trooſtwyck angeſtellten Verſuchen. Leipzig, 1790. 8.

dem einen Ende derſelben befinden ſich die Empfang-ſtücken, welche die Elektricität einſaugen; an dem andern Ende kommen unter einem rechten Winkel zwey Arme hervor, welche ſich in das Hauptſtück des Conduktors endigen. Bey allen Abſätzen dieſer Stücke ſind Kugeln angebracht. Diejenigen Stücke, welche die Elektricität aufnehmen, haben an jeder Seite 5 ſtählerne Spitzen, und ihre Entfernung von der Axe beträgt 8 Zoll. Der ganze erſte Leiter iſt auf einer 2 Zoll dicken und 2 Fuß hohen gläſernen Säule befeſtiget, welche oben, wo der Leiter aufliegt, in eine Länge von 6 Zoll mit einem dicken Ueberzuge von Siegellack bedeckt iſt, welcher gegen unten zu allmählig dünner wird. Um die Mitte dieſer Säule befindet ſich abermahls ein ſolcher Ueberzug von Siegellack. Dieſer poſitive erſte Leiter dient auch zur negativen Elektricität, indem die Empfangſtücke abgenommen werden. Außerdem iſt aber auch noch ein negativer Leiter angebracht, welcher aus einer gebogenen meſſingenen Röhre von 1 Zoll Durchmeſſer beſteht, und zwey Fuß von der hinterſten Säule der Maſchine entfernet iſt. Dieſer dienet vorzüglich, um eine Batterie negativ zu laden, wobey ein großer ausgebreiteter Leiter alle Mahl nachtheilig iſt.

Zum Poſitivelektriſiren wird ein Meſſingdraht von ¼ Zoll im Durchmeſſer mit dem Gebälke der Maſchine verbunden. Dieſen Draht befeſtiget man an der Decke des Zimmers, führet ihn an der einen Wand bis auf den Boden herab, und von da zwiſchen den Dielen nach der andern Seite des Zimmers fort, wo er durch ein Loch im Boden bis in eine Grube, die beſtändig mit Waſſer angefüllt iſt, geht. Dieſer leitende Draht iſt auch mit dem Fußſtücke der Maſchine verbunden. Dadurch wird dem Küſſen die Elektricität aus der Erde zugeführet. Dieſer leitende Draht dient aber auch, die Elektricität, welche einem andern iſolirten Leiter mitgetheilet iſt, wieder abzuführen, wenn nämlich dieſer Leiter mit jenem Drahte durch einen andern leitenden Draht in Verbindung gebracht wird.

Zum Negativelektriſiren nimmt man die Empfangsſtücken von den Armen ab, und ſtellt den Leiter ſo auf die Glasſäule, daß die Arme in einer Vertikalfläche ſtehen, und das obere und untere Ende der Glasſäule, auf welcher die Axe liegt, berühren. Um die Elektricität, welche die Scheiben durchs Reiben an den Küſſen erhalten, wegzubringen, werden hier zwey beſondere Stücke gebrauchet, welche zu beyden Seiten der Mitte des Fußſtücks zwiſchen die Ränder der Scheiben geſtellet werden. Ein jedes von dieſen beyden Stücken beſteht aus einer maſſiven Glasſäule, oben mit einer hölzernen Bekleidung verſehen, worein das Empfangſtück, welches ſich an dem Arme des erſten Leiters befand, mit ſeiner Kugel geſteckt wird. Auf dieſer Kugel liegt noch eine kleinere Kugel, von welcher ein Draht zum Fußboden herabgehet, und die Elektricität wegſchaft.

Zur Beurtheilung der Stärke dieſer Maſchine dienen folgende Verſuche, welche an dem erſten Leiter ſind angeſtellet worden: An die letzte Kugel dieſes Leiters wird in einer Entfernung von $\frac{1}{2}$ Zoll noch eine kleinere Kugel von 2 Zoll Durchmeſſer geſteckt, um die Schlagweite zu vergrößern, welche gewöhnlich 11$\frac{1}{2}$ Zoll ausmacht, wenn der elektriſche Funke durch eine zweyte Kugel von 5 Zoll Durchmeſſer herausgelocket wird; manchmahl iſt er $\frac{1}{2}$ Zoll kürzer, oft aber auch 1 Zoll länger. Der ausfahrende Strahl iſt wie der Blitz ſchlängelnd, die Dicke $\frac{1}{8}$ Zoll, und außerdem ſchießen aus ihm Seitenſtrahlen von 2 bis 4 Zoll Länge häufig heraus. Der negative Funke wurde am längſten gefunden, wenn er von einer 12 zolligen Kugel aus einer Kugel von $\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmeſſer herausgelocket wurde; die Länge betrug 8$\frac{1}{4}$ bis höchſtens 9 Zoll. Uebrigens zeigt er ſich eben ſo ſchlängelnd, wie der poſitive Funke, nur nicht ſo dick; die Seitenſtrahlen ſind 2 bis 3 Zoll lang, und zwar nicht, wie beym poſitiven, vom Leiter ab, ſondern auf denſelben zu gekehrt. Wenn auf die Kugel des erſten Leiters eine feine Spitze befeſtiget iſt, welche 2 Zoll von derſelben abſtehet, ſo können aus ſelbiger beym poſitiven Leiter Funken von $\frac{3}{8}$ Zoll Länge, beym negativen,

tiven aber $\frac{1}{8}$ Zoll herausgelocket werden. Die Feuerſtrahlen, welche aus einer ſolchen Spitze ausſtrömten, waren $4\frac{1}{2}$ Zoll lang, wenn die Spitze 3 Zoll; hingegen $7\frac{1}{2}$ Zoll lang, wenn die Spitze nur 2 Zoll von der Kugel des Leiters entfernet war. Beym negativen Leiter waren die Feuerſtrahlen beſtändig $6\frac{1}{4}$ Zoll lang. Aus Kugeln entſtanden Lichtbüſchel durch poſitive und negative Elektricität. Die poſitiven Büſchel waren 9 bis 10 Zoll, die negativen nur 2 Zoll lang.

Der Herr **van Marum** hat ebenfalls die Scheibenmaſchinen zu verbeſſern geſucht, und bereits im Jahre 1789 eine neue Einrichtung der Reibzeuge angegeben *). Die ſonſt gewöhnlichen Reibzeuge, welche aus einer metallenen Platte beſtanden, welche mit Pferdehaaren bedeckt und mit Leder überzogen war, hatten den Fehler, daß ein Theil der elektriſchen Materie in das Reibzeug wieder zurückſtrömte. Selbſt lehrte die Erfahrung, daß der Rückgang der Elektricität in das Küſſen durch den gewöhnlich angebrachten Wachstaffet nicht verhindert wurde, indem man im Dunkeln einen ſehr großen Theil zurückſtrömen ſah. Er läßt daher die Scheiben an Taffet reiben, welcher durch ein mit Sammet überzogenes Holz an das Glas angedruckt wird. Dabey fand er, daß gegen das Zurückſtrömen der Elektricität das einzige Mittel war, das Amalgama auf den Taffet ſelbſt zu bringen, und zwar in einer ſolchen dünnen Lage, daß es durchs Reiben nicht bis an den vordern Theil, d. i. denjenigen, welchen die Scheibe bey ihrem Umlaufe verläßt, fortgeführet wird. Nach vielen Verſuchen gelang ihm folgendes Verfahren am beſten. Auf die Stelle des Taffets, worauf das Amalgama kommen ſoll, wird mittelſt eines Pinſels ein dicker Firniß aus Maſtix in Terpentinöl aufgelöſet geſtrichen, und durch ein feines Sieb das kienmayerſche Amalgama darauf geſtreuet, bis der Firniß ganz bedeckt iſt; nach ein Paar Tagen, wenn er ganz

*) Lettre de Mr. *van Marum* à Mr. le Chev. *Landriani* à Milau contenant la deſcription des frottoirs électriques, dont l'effet ſurpaſſe de beaucoup celui des frottoirs ordinaires. à Haarlem 1789. 4. auch im journal de phyſique. Avril 1789. p. 274 ſq. überſ. in Grens Journal der Phyſik. B. II. S. 167 u. f.

trocken geworden, wird das Stück Taffet mit einem Lappen abgerieben, hierauf mit einem Polirſtahle geglättet, und zuletzt etwas Baumöl mit dem Finger darüber geſtrichen. Noch blieb hierbey dieſer Fehler zurück, daß ſich der Taffet runzelte, und ſehr viele Elektricität in die Falten zurückſtrömen ließ. Dieſem Fehler wurde aber durch den Herrn **van Marum** dadurch abgeholfen, daß er den Taffet, welcher mit ſeidenen Fäden befeſtiget wird, auf der Platte in den darin befindlichen Löchern mittelſt der ſeidenen Fäden ſo ausſpannt, daß er ganz gleichförmig anſchließt, wodurch alle Runzeln wegfallen. Dieſe Verbeſſerung zeigte ihn die Wirkung 5 Mahl ſo ſtark als bey dem gewöhnlichen Reibzeuge. Um auch mit der negativen Elektricität an Stärke der poſitiven näher zu kommen, gibt **van Marum** folgende Einrichtung an: ein jeder Reiber für ſich wird von einer Glasſäule getragen, die ihn iſolirt, ohne wie es ſonſt gewöhnlich iſt, das ganze Geſtelle zugleich mit zu iſoliren; dabey bedient ſich der Herr **van Marum** eben der von **Cuthbertſon** angegebenen Vorrichtung, bey der poſitiven Elektricität die Arme des erſten Leiters horizontal, bey der negativen aber dieſe vertikal zu ſtellen.

Bey ſeiner Glasſcheibenmaſchine mit einer einzigen Scheibe von 32 Zoll im Durchmeſſer wurden alle dieſe Verbeſſerungen angebracht. Die Wirkungen derſelben betrugen in Anſehung der Stärke etwa $\frac{2}{3}$ von der Stärke der teyleriſchen Maſchine, an welcher doch ungefähr der geriebene Rand der Glasſcheiben $3\frac{1}{2}$ Mahl größer iſt, als an der van marumſchen Maſchine.

Außer dieſen Verbeſſerungen des Reibzeuges hat auch Herr **van Marum** *) der Maſchine ſelbſt eine neue Einrichtung gegeben. Statt der gewöhnlichen zwey Säulen, in welchen die Axe der Glasſcheibe liegt, und mittelſt einer daran befindlichen Kurbel mit der Scheibe zugleich in Umlauf gebracht

*) Beſchreibung einer neuen und einfachen Elektriſirmaſchine aus einem franzöſiſchen Schreiben an Herrn Ingenhouß. Haarlem, 1791; im gothaiſchen Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. VII. St. 4. S. 46. imgl. Grens Journal der Phyſik. B. IV. S. 3 u. f.

bracht wird, gebrauchet er nur eine einzige Säule mit einem verlängerten Geſimſe, welches zwey kupferne Pfannen hat, durch welche die Axe der Scheibe hindurch gehet, und ſich darin drehet. Die Lage der Reibzeuge iſt horizontal. Statt der ſonſt gewöhnlichen Conduktoren gebrauchet der Herr **van Marum** bloß eine Kugel von 9 Zoll im Durchmeſſer, welche vermittelſt einer Kappe auf eine am Fuß der Maſchine befeſtigte Säule gekittet iſt. In dieſer Kugel befindet ſich eine Axe, um welche ſich ein metallener Bogen dreht, welcher an ſeinen beyden Enden kleine Einſauger beſitzet. Auf der andern Seite der Scheibe befindet ſich ein ähnlicher Bogen aus ½ Zoll dickem Meſſingdrahte, welcher auch an den Enden mit kleinen Einſaugern verſehen iſt, und welchen man um das Ende des Geſimſes, worauf die Axe ruht, ſo drehen kann, daß die Einſauger an die hintern Theile der Reibzeuge kommen. Der erſtere von dieſen beyden Bogen iſt beſtändig iſoliret, und der andere mit dem Erdboden verbunden. Soll nun poſitiv elektriſiret werden, ſo wird der erſte Bogen vertikal geſtellet, daß ſeine Einſauger an die Glasſcheibe kommen, der andere hingegen ſo, daß ſeine Einſauger das Reibzeug berühren, und folglich dieſem Elektricität aus der Erde zugeführet wird. Soll hingegen negativ elektriſiret werden, ſo werden die Einſauger des erſten Bogens an das Reibzeug gedrehet, und der andere wird vertikal geſtellt; ſo daß nun die Einſauger desſelben die auf der Fläche der Glasſcheibe erregte Elektricität aufnehmen, und in die Erde abführen. Die Einſauger macht Herr **van Marum** ohne alle Spitzen in Form von Cylindern mit Halbkugeln begrenzt aus dunnem Meſſingblech, 6 Zoll lang und 2½ Zoll breit; von der Scheibe dürfen ſie bloß um ⅛ Zoll entfernet ſeyn.

Der Herr **van Marum** verſuchte ſelbſt ſeine verbeſſerten Reibzeuge an der großen teylerischen Maſchine anzubringen *). Dieß veranlaßte verſchiedene Abänderungen. Er

 fand,

*) Seconde lettre de Mr. *van Marum* à M. le Cheval. *Landriani* ſur les frottoirs électriques nouvellement appliqués à la Machine de *Teyler* im Journal de phyſique Fevr. 1791. überſ. in Grens Journal der Phyſik. B. VI. S. 70 u. f.

fand, daß die Reibung der Scheibe an dem Taffet eine ſo ſtarke Friktion verurſachte, daß die Scheibe nicht gedrehet werden konnte. Daher ſahe er ſich genöthiget, wieder Leder zum Reiben zu gebrauchen, auf welche er das kienmayerſche Amalgama ſtrich, und den Taffet ſo daran befeſtigte, daß er das geriebene Glas unmittelbar an derjenigen Stelle berührte, wo es das Amalgama verläßt. Das Reibzeug ſelbſt hatte folgende Einrichtung: das Holz ſelbſt ward mit einem äußerſt locker geſponnenen, dicken und elaſtiſchen Wollengarn belegt, und mit ſchwediſchem Hundsleder überzogen; auf dieſes ward das Amalgama mit Schweinefett vermengt vermittelſt eines Falzbeines ſo dünn als möglich beſtrichen, und ſelbſt hiervon nahe am Rande des Taffets ſo viel gebracht, als es hier zur Berührung des Glaſes nöthig war. Auch auf den Rand des Taffets ward ungefähr in der Breite von einer halben Linie etwas Amalgama ſehr dünne geſtrichen. Der Taffet ſelbſt wurde durch Schrauben geſpannt, die ihn an eine Leiſte andruckten, um die Runzeln zu verhüten. Die beyden Reibzeuge eines jeden Paares wurden endlich durch eine einzige Schraube angepreßt, damit der Druck auf beyden Seiten am Glaſe gleich groß ſeyn möchte. Dieſe angebrachten Verbeſſerungen verſchafften, daß die Maſchine fünf Mahl mehr Wirkung that, als ſie vorher in ihrem beſten Zuſtande im Jahre 1786 gethan hatte. Ein Theil dieſer größern Verſtärkung ſchreibt zwar **van Marum** dem kienmayerſchen Amalgama zu, den größten Theil aber ſucht er doch in der neuen Einrichtung der Reibzeuge. Zuletzt bemerkt er noch, daß der Taffet, wenn er dieſe verlangte Wirkung leiſten ſoll, folgende Eigenſchaften beſitzen müſſe: 1) daß er durchaus nicht leite, mithin auch keine Feuchtigkeit anziehe, 2) daß an ihm keine Unebenheiten anzutreffen ſind, beſonders auf der Seite, welche das Glas berühret, 3) daß er nicht harſch ſey, damit er das Glas gleichförmig berühre, 4) daß er nicht zu dick ſey, damit ſich die Falte, womit er an das Reibzeug befeſtiget iſt, nicht zu ſehr über das Leder erhebe, 5) daß er auch nicht zu dünn ſey, um die Elektricität nicht

durch zu laſſen. Uebrigens mag er geölt, gefirnißt oder mit Wachs überzogen ſeyn, ſo werde er immer gleich gute Dienſte leiſten. Bey der Vergleichung ſeiner Maſchinen mit der cuthbertſonſchen, nairniſchen und nicholſonſchen in Anſehung der Stärke fand er die ſeinige weit vorzüglicher, geſteht aber, daß bey den Cylindermaſchinen das nairniſche Reibzeug am ſchicklichſten ſeyn möge.

Herr **Cuthbertſon** *) hat vorzüglich auf Veranlaſſung der verbeſſerten Reibzeuge des Herrn **van Marum's**, dieſelben noch mehr zu verbeſſern geſucht, und dabey noch verſchiedene andere Entdeckungen mitgetheilet, obgleich mancher Tadel gegen des Herrn **van Marum's** Einrichtung völlig ungegründet iſt.

Nach verſchiedenen angeſtellten Verſuchen hält er ſich zu ſchließen berechtiget

1. daß das Glas durchs Reiben an Einem Küſſen die Fähigkeit erhalte, Elektricität aus andern Körpern auf der geriebenen Fläche an ſich zu ziehen;

2. daß, obgleich nur eine Seite des Glaſes gerieben wird, dennoch beyde Seiten der geriebenen Stelle gegenüber negativ werden; nur iſt die Elektricität an der Seite, welche kein Küſſen hat, in einem geringern Grade erreget, als an der andern Seite, welche mit einem Küſſen verſehen iſt. Hieraus ließe ſich nach **Cuthbertſon** auch die Urſache herleiten, warum Cylinder weniger als Scheiben vermögen;

3. daß die vordere Seite der Küſſen (d. i. diejenige Seite, an welche der Taffetlappen feſt gemachet iſt, und welche die Scheibe im Umdrehen verläßt) keine geringere Reibung verurſachen müſſe, als die hintere Seite (d. i. diejenige Seite, an welcher kein Taffet ſich befindet, und welche die Scheibe im Herumdrehen zuerſt angreift);

 4.

*) Abhandlung von der Elektricität, nebſt einer genauen Beſchreibung der dahin gehörigen Werkzeuge und Verſuche. Dritte Fortſetzung, aus dem Holländ. überſetzt mit einigen Zuſätzen, Leipzig, 1796. 8.

4. daß die Küſſen eine ſehr gleichförmige ebene Oberfläche haben müſſen;

5. daß die Taffetlappen eben ſo genau an das Glas ſchließen müſſen, als die Küſſen ſelbſt.

Aus allen dieſen iſt überhaupt einzuſehen, daß der Nutzen der Küſſen hauptſächlich darin beſteht, dem Glaſe die Eigenſchaft zu geben, die Elektricität aus andern anzuziehen. Der Nutzen der Taffetlappen beſteht nach **Cuthbertſons** Meinung darin, durch ihre Reibung zu bewirken, daß das Glas dieſe Eigenſchaft behält, und durch dieſes Mittel die von den Küſſen empfangene Elektricität an die Stelle des Glaſes hinführet, vor welcher der erſte Leiter ſtehet, wo nämlich die Reibung aufhöret, und die Elektricität mit einer Kraft nach dem erſten Leiter abgetrieben wird, welche mit der Menge der erregten Elektricität im Verhältniſſe ſteht. Hiernach hat Herr **Cuthbertſon** ſeine Küſſen folgender Maßen eingerichtet. Das Geſtelle des Küſſens (fig. 9.) beſteht aus zwey Seitenbretern ac und bd ungefähr ½ Zoll dick, welche in das obere viereckige Stück Holz ab mittelſt eines Schwalbenſchwanzes gehörig befeſtiget ſind. Zwiſchen dieſen beyden Seitenbretern werden die Küſſen feſt gemacht. e iſt eine Schraube, um das Küſſengeſtell zu richten und zu machen, daß die Küſſen eine gehörige ſtarke Reibung ausüben. Dieſe Schraube geht durch das Seitenſtück bd und wird in dem andern entgegengeſetzten Seitenſtücke ac eingeſchraubet. Da es aber etwas beſchwerlich ſeyn dürfte, ſo wohl dieſe als auch die Mutterſchraube, welche die unterſten Küſſen feſt hält, mit den Fingern umzudrehen, ſo dienet zu dieſer Abſicht ein eigenes Inſtrument, welches wie ein Nagel gebildet iſt, ſtatt des Knopfs aber einen Ring beſitzet. Die Spitze dieſes Inſtrumentes wird durch eines der Löcher, welche durch die Schraubenköpfe gebohret ſind, geſteckt, wodurch man die Schrauben mit leichter Mühe auf- und zuſchrauben kann, ſo wie es nöthig iſt. f iſt eine lange Schraube, welche durch den obern Theil des Geſtelles geht, und daſſelbe an den obern Theil des Geſtelles der Elektriſirmaſchine zu befeſtigen dienet. Die

Geſtelle der untern Küſſen ſind ganz auf die nämliche Art gemacht; ſie können aber nicht eben ſo feſt gemacht werden. Daher iſt das untere viereckige Bret (fig. 10.) a mit einer Aushöhlung b verſehen, welche eine Schraube faßt, die in das Fußſtück der Maſchine feſt eingeſetzet iſt, und welche vermittelſt einer Mutterſchraube unterhalb des Fußſtückes des Maſchinengeſtelles feſt angezogen werden kann. An dem Ende der Aushöhlung b iſt noch ins Kreuz eine Höhlung gemacht, ſo daß das Küſſengeſtelle alſo geſtellet werden kann, daß die Küſſen die Scheibe gleichförmig drücken.

Der Rücken des Küſſens beſteht aus einem länglich viereckigen Stücke Holz ungefähr ½ Zoll dick; Breite und Länge müſſen ſich nach der Größe der Glasſcheiben richten. Herr **Cuthbertſon** hat gefunden, daß bey ſeiner Einrichtung der Maſchinen zu Scheiben von 32 Zoll im Durchmeſſer die beſte Länge der Küſſen ungefähr 7 Zoll betragen. Dieſes Stück Holz beſitzet zwey meſſingene Stifte (fig. 11.) e e, welche in eben ſo viele durch das Geſtell gebohrte Löcher geſteckt werden, und verhindern, daß die Küſſen nicht aus ihrer ſenkrechten Stellung weichen können, wenn die Scheiben umgedrehet werden; d a iſt ein quer übergehendes Stück Meſſing, welches genau in der Mitte des Holzes befeſtiget, an der Hinterſeite rund gefeilet iſt, und an das eine Seitenbret (fig. 9.) a c vermittelſt zwey Schrauben feſt gemacht wird. Die Küſſen ſind mit rothem Leder überzogen, mit grobem wollenen Tuche ausgefüllt, und hernach gepreßt, bis die Oberfläche vollkommen platt geworden iſt; hierauf wird der Taffet, ſo wie es die fig. 12. vorſtellt, an das Küſſen angenehet.

Die Einrichtung der einen in dieſer Schrift beſchriebenen Elektriſirmaſchiene iſt in verſchiedenen Stücken von der in ſeiner zweyten Schrift angeführten verändert worden. Die Empfangſtücke, welche zwiſchen die Scheiben zu ſtehen kommen, ſind ſo eingerichtet, daß man ſie aufwärts drehen und in eine vertikale Richtung bringen kann, bis der erſte Leiter an ſeine Stelle geſetzet iſt; alsdann aber müſſen die

Empfang-

Empfangſtücke wieder zurückgedrehet und in eine horizontale Lage zwiſchen die Scheiben gebracht werden. Um negativ zu elektriſiren, wird die ganze Maſchine auf einen iſolirenden Schemel geſetzet. Uebrigens hat die Maſchine zwey Scheiben, jede von 18 Zoll im Durchmeſſer.

Eine andere Elektriſirmaſchine iſt auch von **Cuthbertſon** beſchrieben, welche ſo wohl poſitive als negative Elektricität hervorbringt, ohne daß es nöthig iſt, die ganze Maſchine zu iſoliren. Sie unterſcheidet ſich von den gewöhnlichen Elektriſirmaſchinen bloß darin, daß auf den hölzernen Säulen, worin die Axe der Scheibe liegt, zwey gläſerne Träger feſt gemacht ſind, worauf die Kappe der Maſchine ruhet; mitten auf derſelben befindet ſich ein meſſingener Knopf, welcher horizontal umgedrehet werden kann; in der Mitte iſt er mit einem Loche verſehen, durch welches man einen Meſſingdraht ſtecken kann. Dieſer Draht dienet ſtatt eines negativen Leiters. Der poſitive Leiter und alle übrige Stücke bleiben eben ſo wie bey andern Scheibenmaſchinen.

Herr **Reiſer** [α]), in Mühlhauſen im Sundgau, hat ſich ebenfalls bemühet, die Scheibenmaſchinen zu verbeſſern. Er legt hierbey die Scheibenmaſchinen des Herrn **Sigaud de la Fond** zum Grunde. Noch genauer und ausführlicher iſt die Maſchine des **de la Fond** vom Herrn Profeſſor **Wildt** [β]) in Colmar in vielen weſentlichen Stücken verändert worden. Die vorzüglichſten Verbeſſerungen, welche Herr **Wildt** mit Hülfe des Künſtlers Herrn **Calame** dabey angebracht hat, beſtehen in einer beſſern Faſſung der Scheiben, wodurch das Zerſpringen derſelben verhütet werden ſoll, und der Anwendung der neueſten Entdeckungen über die Reibzeuge.

Die Küſſen (fig. 13.) des Reibzeuges bbbb werden von meſſingenen ſchlangenförmig gewundenen Federn an die Scheibe

[α]) Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. VII. St. 3. S. 73.

[β]) Ebendaſelbſt. B. VII. St. 4. S. 77. u. f.

Scheibe a a mit gleicher Stärke angedruckt. g h ſind dünne Breter, zwiſchen welchen und zwiſchen den Küſſen die Federn ſich befinden. Dieſe Breter werden, wenn es nöthig iſt, durch Hülfe der Schraube e der Scheibe näher gedruckt, ſo daß die ſchlangenförmigen Federn mehr geſpannt werden, und eben dadurch wird der Druck auf allen Seiten gleich ſtark. Mittelſt der Schrauben d d d d werden die Stücke m n höher oder niedriger befeſtiget. Die Schraube e iſt in ihrer ganzen Länge durchbohrt, und eine ſeidene Schnur e f durchgezogen, wodurch das Reibzeug in einer gewiſſen Entfernung von der Glasſcheibe erhalten werden kann. Der Rücken des Reibzeuges ſelbſt wird mit einem feinen Tuche überzogen, mit dem iſolirenden Flügel von Wachstaffet, welcher nach Angabe des Herrn von **Kienmayer** *) bey den Scheibenmaſchinen die Stelle des bey den Cylindermaſchinen angebrachten ſeidenen Lappens vertritt, und mit dem amalgamirten Stück verſehen. Dieſes amalgamirte Stück als Reibtheil des Reibzeuges, iſt gefirnißter Taffet mit Amalgama beleget, und ſchlingt ſich um das Ende des iſolirenden Flügels von Wachstaffet 4 bis 5 Linien weit herum, damit dasſelbe den Rücken des Reibzeuges berühre, wohin die metalliſche Leitung von der feuchten Erde geführet iſt. Die beyden Stücke, der reibende Theil und der iſolirende Flügel, ſind mit 4 Schrauben an den Rücken des Reibzeuges befeſtiget. Die fig. 14. ſtellt das Reibzeug mit dem iſolirenden Flügel von hinten betrachtet vor. Um aber den iſolirenden Flügel ausgeſpannt zu erhalten, hat Herr **Wildt** folgende Vorrichtung angebracht: an dem obern hakenförmigen Theile c des Rückens iſt ein hölzerner Bogen a e f befeſtiget, welcher in der erweiterten Fläche der Glasſcheibe liegt, und mit ihrem Umkreiſe concentriſch iſt. Damit aber dieſer Bogen die Elektricität nicht leite, ſo iſt er in Oel geſotten und überfirnißt. Wegen ſeiner Größe und weil dünnes Holz ſich leicht verwirft, iſt er aus zwey Stücken zuſammengeſetzet. An dieſem Bogen iſt der Taffet mit zwey

*) Journal de phyſique. Août 1788.

zwey beweglichen Haken gg von Meſſing mittelſt dar
befindlicher Schrauben befeſtiget. Nach der Erfahru
des Herrn **van Marum** iſt die Wirkung am ſtärkſt
wenn der reibende Theil des Glaſes, ſo bald er das Am
gama verläßt, ſogleich in Berührung mit dem überall a
liegenden Flügel kömmt. Alsdann iſt aber auch der Wid
ſtand, wie ſchon angezeiget worden, außerordentlich gro
Um nun dieſen Widerſtand ſo viel als möglich zu vermi
dern, ohne die Elektricität beträchtlich zu ſchwächen,
räth Herr **Wildt** an, das reibende Stück Taffet auf d
Flügel zu legen, und wenn dieß noch nicht hinreichend ſe
dieß reibende Stück nach innen gegen das Glas zu etwa
am Ende umzubeugen, oder auch ein kleines Stück Taff
oder feines Tuch unterzulegen, wodurch dieſer reibende Th
weiter vom Flügel abzuſtehen kömmt, mithin die Unte
brechung größer und mit ihr der Widerſtand kleiner wir
Es komme hierbey nur darauf an, daß der iſolirende ſeide
Lappen bis zu den Spitzen des Einſaugers reiche; denn i
entgegengeſetzten Falle werde ſehr viele elektriſche Materi
noch ehe ſie zu den Spitzen komme, zerſtreuet, und wen
das Reibzeug noch ſo gut wäre.

In Anſehung des Amalgama bemerkt Herr **Wild**
daß es mit Schweinefett auf Leder getragen nicht feſt gen
halte, und daß zu vieles Fett der Wirkung ungemein ſcha
Er hat daher den Gebrauch der Cacaobutter verſucht, wel
etwas feſter als Schweinefett iſt, mithin das Amalgam
auf dem Leder feſter hält, und nicht ſo bald zähe wird;
lein auch dieſe verurſachte ihn auf einer andern Seite Schw
rigkeiten, indem ſich Theilchen, welche vom Amalgam
losriſſen, ſo feſt ans Glas legten, daß er Mühe hatte,
biges davon zu reinigen. Er wählte daher lieber ſtatt d
Leders ein Stück gefirnißten Taffet, ſo wie es der He
van Marum angegeben hat. Nur bemerkt er hierb
daß er bey einem Verſuche, das Amalgama vermittelſt ein
Bleyauflöſung in Baumöl, welches vorher aller ſeiner Feu
tigkeiten beraubet worden, auf eine dauerhaftere Art

fixir

ſiriren, nach einigen Tagen auf dem reibenden Theile Queckſilberkügelchen gefunden habe, welche er vorher nicht bemerkt hatte; es ſchien ihm daher eine Zerſeßung vorzugehen.

Was die Faſſung der Glasſcheibe betrifft, um dadurch das Zerſpringen derſelben zu verhüten, ſo gibt Herr **Wilde** folgende Einrichtung an: auf die Scheibe ſind hölzerne Schüſſeln r r r r mit Gummilack und etwas Terpentin in Weingeiſt aufgelöſet, aufgekittet, welche, wie die Scheibe ſelbſt, in ihrer Mitte eine runde Oeffnung haben, ſo groß, daß die mit einem weichen Leder umwickelte metallene Axe dadurch paſſe. In den Höhlen dieſer Schüſſeln befinden ſich zwey Meſſingplatten, wovon die eine auf der einen Seite des Glaſes an die Axe feſt angelöthet, die andere aber auf der andern Seite des Glaſes beweglich iſt, welche jedoch durch Stellſchrauben auf die Axe feſtgeſchraubet werden kann. Eine jede von dieſen beyden Meſſingplatten trägt ſechs Schrauben, welche einander gerade gegenüber ſtehen. Die hölzernen Schüſſeln werden durch hölzerne Deckel, welche genau auf jene paſſen, geſchloſſen. Dieſe Deckel verhindern zugleich, daß die elektriſche Materie ſich auf die metallenen Platten werfe. Die Schüſſeln mit ihren Deckeln ſind von dürrem Birnbaumholz, anfänglich nur grob gedrehet, hernach zwey Mahl im Backofen getrocknet, noch ganz warm mit ſiedendem Leinöle eine ganze Stunde lang gekocht, aus dem noch ſiedenden Oele herausgenommen, nachher in die erforderliche Form fein gedrehet, und ſogleich mit einer Gummilackauflöſung drey Mahl überſirnißt, bis ihre Oberflächen ſchön abgerundet und ſpiegelglatt ſind.

Die metallene Axe der Glasſcheibe iſt aus zwey Stücken zuſammengeſeßet. An dem Ende des einen Stückes iſt eine oblonge Oeffnung gemacht, in welche ein eiſernes Plättchen an dem Ende des andern Stückes nicht ganz genau, ſondern nur ſo paßt, daß ein kleiner Spielraum bleibt. Dieſe Vorrichtung leiſtet vorzüglich den Nutzen, daß wenn etwa an der Kurbel ſchief gedrehet werden ſollte, welches doch nicht allemahl vermieden werden kann, dieſes keinen

nachtheili-

nachtheiligen Einfluß auf die Lage der Glasſcheibe habe. Die Axe ſelbſt iſt in das Holz (fig. 13.) q y durch den meſſingenen Ring q o gefaßt, und wird mit der Scheibe und der Faſſung durch eine Kurbel in Umlauf gebracht.

Der erſte Leiter iſt ein runder, hohler, metallener Cylinder, welcher an beyden Seiten in Kugeln ausgehet. Aus der einen Kugel gehen zwey gebogene Arme heraus, an deren Enden ſich die Einſauger befinden. Die gewöhnlichen Schalen, in welchen ſonſt die Spitzen zu ſtecken pflegen, ſind als ſchädlich verworfen worden; an deren Stelle werden länglich runde Hölzer, welche in Leinöl gekocht und überfirnißt ſind, geſetzet, welche die Spitzen tragen, die durch eine metallene Zwinge mit dem Leiter in Gemeinſchaft ſind. In der andern Kugel des Leiters befindet ſich eine Oeffnung, durch welche eine kleinere Kugel an einer Stange in den Leiter hinein und herausgeſchoben werden kann. Der ganze Leiter ruht auf zwey hölzernen Pfeilern von Kirſchbaumholz, welche im Backofen gedörret und 5 Stunden lang in Leinöl gekocht und überfirnißt ſind. Sie ſind in hölzerne ebenfalls in Oel gekochte Kapſeln gekittet.

Unter dem Fußgeſtelle befinden ſich an beyden entgegengeſetzten Enden wie bey x herabhängende Drähte. Der Draht x bewirket eine Leitung durch den dicken Draht l nach dem Ringe k. Bey ii befinden ſich dünnere Drähte, welche mit dem Reibzeuge in einer Verbindung ſtehen, wie durch die dem Küſſen aus der Erde zuführende Elektricität erhellet. Der andere zur Erde herabhängende Draht dient die Erde mit dem erſten Leiter in eine leitende Verbindung zu bringen, in welcher Abſicht von dem Fußbrete an bis zum Leiter noch ein dünner Draht angebracht wird.

Die Wirkung dieſer Maſchine iſt nicht unbeträchtlich. Obgleich die Scheibe im Durchmeſſer nur 22 pariſer Zoll iſt, ſo gibt ſie doch bey mittelmäßig günſtiger Wirkung 6 Zoll lange, und bey ganz günſtiger 8 Zoll lange Funken. Beym größten Regenwetter entſtanden doch allezeit 3 bis 4 Zoll lange Funken. Die größten Funken, welche Herr Wilde

aus

aus dem erſten Leiter ziehen konnte, waren 9 Zoll 4 Linien lang. Die größte Wirkung fand er an einem Tage im März des Jahres 1790. Abends bey heiterer Witterung entlud ſich mehrmahl eine cylindriſche Flaſche von 1 Quadratfuß Belegung mit $1\frac{1}{8}$ Umdrehung. Die Kugeln, zwiſchen welchen der Funke durchging, hatten $22\frac{1}{2}$ Linie im Durchmeſſer, und waren $\frac{1}{2}$ engl. Zoll von einander entfernet. Eine kleine Batterie von 18 Quadratfuß Belegung ſchlug vermittelſt des allgemeinen Ausladers durch ein 4 Linien dickes Stück Tannenholz, durch 28 Spielkarten, durch ein ganzes Buch weißes Schreibpappier. Jede Ladung ward ſo weit getrieben, daß die Batterie geneigt war, ſich ſelbſt zu entladen (welches gewöhnlich in einer Diſtanz von $\frac{1}{2}$ engl. Zoll erfolget), und erforderte 28 bis 30 Umdrehungen. Die Flaſchen ſtehen aber hierbey in einem ſehr verſchiedenen Verhältniſſe, und einige Flaſchen erforderten ſogar $1\frac{1}{2}$ bis 2 Mahl ſo viele Umdrehungen als andere, welche ihnen an Belegung doch beynahe gleich ſind. Im April 1791 ſchmolz eine Batterie von 34 Quadratfuß Belegung bey 115 Umdrehungen 30 Zoll Eiſendraht von Nr. 12 in glühende Kügelchen, welche auf dem Tiſche und dem Fußboden tanzten. Am andern Tage darauf, ſo wie auch im May, ſchmolz ein ſolcher Draht mit 36 und 37 Quadratfuß Belegung und 87 Umdrehungen auf gleiche Art. Von ausnehmend feinem Silberdraht ging ein Stück von 12 Fuß lang ganz im Rauch auf. Was die negative Elektricität betrifft, ſo kömmt ſie an Stärke der poſitiven nicht bey, ob ſie gleich an ſich beträchtlich genug iſt.

Elektriſirmaſchinen von andern Materien.

Es war ſchon genugſam bekannt, daß im Backofen gedörrtes Holz als Nichtleiter ſich zeigte, und dieſerwegen auch zum Iſoliren gebraucht wurde. Es kam daher auch der Herr

Herr Profeſſor **Pickel** [α]) in Würzburg auf den Gedanken, ſtatt des Glaſes zum elektriſchen Körper Breter von gedörrtem Holze zu nehmen. Er brachte auch dieſen ſeinen Gedanken bey erwünſchtem Erfolg in Ausübung.

Herr **Kohlreif** [β]) in Petersburg gebrauchet bey ſeiner Glasſcheibenmaſchine hölzerne Scheiben, wenn er negative Elektricität erhalten will. Man verfertiget ſie aus wenig harzigem Holze, und durchbort ſie mit vielen kleinen Löchern, damit die von den hintern Reibern erregte Elektricität ſogleich zu den Auffangsſpitzen des Conduktors komme, welches ſonſt nicht erfolgen würde, weil das Holz die elektriſche Materie nicht ſo leicht über ſeine Oberfläche gehen läßt, als das Glas. Hierauf wird die Scheibe geglättet, und über einem ſtarken Kohlenfeuer geröſtet, nicht aber gebrannt. Die Reiber hierzu ſind kurzhaariges Rauchwerk, als z. B. Maulwurfsfell u. d. g. Die ſeidene Einfaſſung, welche Herr **Kohlreif** den Küſſen zur poſitiven Elektricität gibt, ſcheint ihm hier überflüſſig zu ſeyn. Gleich nach dem Röſten wird die Scheibe, welche ſich gewöhnlich etwas zu krümmen pfleget, zwiſchen weiches Pappier gelegt, und mit Gewichten beſchweret.

Herr **van Marum** [γ]) ſchlug ſtatt des Glaſes eine Scheibe von Gummilack vor, deren unterer Theil in ein Gefäß von Queckſilber reiche, und ſich beym Umlaufen an ſelbigem reibe. Dieſer Vorſchlag hat aber weiter keinen Beyfall gefunden.

Herr **Ingenhouß** [δ]) rieth ſchon im Jahre 1772. wegen der Zerbrechlichkeit und Koſtbarkeit großer Glasſcheiben runde mit Copal- oder Bernſteinfirniß überzogene Pappendeckel zu gebrauchen. Dergleichen Pappenſcheiben rieben ſich

α) Experim. phyſ. med. de electricitate. Wirceb. 1778. 8.

β) Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſ. und Naturgeſch. B. I. St. 3. S. 103.

γ) Abhandlung über das Elektriſiren aus d. Holl. überſ. von Möller. Gotha 1777.

δ) Vermiſchte Schriften von Molitor. Wien 1784. gr. 8. B. I. Seite 181.

ſich an zwiſchenliegenden mit Flanell und Haſenbalge überzogenen Bretern. Dadurch erhielt er eine Elektricität von 5 Zoll langen Funken. In einem kühlen Zimmer aber zog die Pappe ſo viele Feuchtigkeit an, daß ſie alle elektriſche Kraſt verlor.

Zum bequemen Gebrauche im Kleinen beſchreibt er eine von ihm im Jahre 1780. erfundene Maſchine, welche wenigen Beſchädigungen ausgeſeßet iſt, und an der Wand aufgehangen werden kann. Der elektriſche Körper iſt ein ſtarkes 8 bis 9 Zoll breites und 2½ bis 3 Fuß langes Stück Seidenzeug, welches mit einem Firniß oder einer im Weingeiſt gemachten Siegellackauflöſung überzogen iſt, und zwiſchen einer doppelten Kupferplatte, die mit Hirſchhaut oder Kaßenbalg überzogen iſt, gerieben wird. Dieſe Kupferplatte iſt durch Glasſtangen mit zwey meſſingenen Stäben verbunden, welche einen Spalt zwiſchen ſich laſſen, durch welchen das Seidenzeug gleich nach der Reibung durchgeht. Es nehmen alſo dieſe Stangen die Elektricität an, und dienen als erſte Leiter. Zum Anſpannen befinden ſich am obern und untern Ende des Seidenzeuges Leiſten mit hölzernen Kugeln, durch welche ſeidene Bänder gezogen werden, woran man das Ganze oben an einen Nagel hängen, und unten mit der Hand ſpannen kann. Mit der andern Hand wird eine cylindriſch geſtaltete Verſtärkungsflaſche ſo geſtellet, daß ihre äußere Belegung die reibenden Platten, und ihre obere mit der innern Seite verbundene Haube die zum Leiter dienenden Stangen mittelſt angebrachter Stifte feſt hält. Mit dieſer Flaſche wird auf- und abgefahren, und zugleich das Reibzeug und der Leiter mit ſich genommen, wodurch die Elektricität erregt und die Flaſche geladen wird, welcher der Erfinder zugleich die Einrichtung gegeben hat, daß in ihr alles zum Lichtanzünden nöthige aufbewahret werden kann.

Unter dem Nahmen einer elektriſchen Taſchenmaſchine gibt er auch eine 6 Zoll lange und 3 Linien dicke an dem einen Ende verſchloſſene und von innen und außen mit Zinnblatt belegte Glasröhre an, an deren offenem Ende eine

meſſingene Kugel mit Siegellack befeſtiget wird, welche mit der innern Belegung verbunden iſt. An der Oeffnung wird von außen ein halber Zoll unbelegt gelaſſen, und mit Siegellack überzogen. Hält man dieſe Röhre zwiſchen den Fingern und reibt zugleich zwiſchen dem Daumen und Zeigefinger, über welche man lederne mit Katzenbalg überzogene Handſchuhfinger zieht, ein ſeidenes mit Siegellackauflöſung getränktes Band, an welches die meſſingene Kugel angedruckt wird, ſo iſt in einer kurzen Zeit die Röhre geladen.

Herr Legationsrath **Lichtenberg** *) in Gotha hat im Jahre 1781. eine Maſchine angegeben, welche höchſt einfach und wohlfeil iſt, und dennoch an Stärke die gewöhnlichen Maſchinen übertrifft, weil man ſie durch Erwärmung ſehr leicht vor den ſchädlichen Wirkungen der Feuchtigkeit ſchützen kann. Seine Beſchreibung iſt folgende:

Das vorzüglichſte Stück an dieſer Maſchine, wodurch ſie ſich auch allein von andern unterſcheidet, iſt die mit ſchwarzem, glatten, wollenen Zeuge überſpannte Trommel (fig. 15.) a a a a, deren Gerippe fig. 15. vorgeſtellt iſt. Die an beyden Enden des Gerippes befindlichen hölzernen Scheiben m m ſind an den innern Seiten mit Streben verſehen, damit ſie ſich nicht einwärts beugen, und der Spannung des Zeugs nachtheilig werden können. Die Trommel kann auch mit ſeidenem Zeuge, Glanzleinwand oder mit Papier überſpannt werden. Ueberſpannt man ſie mit einem Zeuge oder Leinwand, ſo iſt nöthig, dieſe Dinge bloß mit Stiften zu befeſtigen, damit man ſie im Fall der Noth wieder von neuem anſpannen kann.

Die beyden Axen der Trommel (fig. 15.) b b gehen, wenn das Geſtelle aus einander genommen werden kann, durch deſſen Seiten durch. Iſt das Geſtell feſt zuſammengefügt, ſo kann ſich auch die Trommel hinter vorgeſchraubten eiſernen Platten bewegen.

Der

*) Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. I. St. I. S. 83.

Der Reiber dd iſt ein mit lang haarigtem Katzenfelle überzogenes Küſſen, das an einer ſtarken Glasröhre, oder in deren Ermangelung an einen Stab von gebackenem und mit Firniß überzogenem Holze befeſtiget iſt. Die Röhre oder der Stab geht durch den obern Theil des Geſtelles durch, wo eine Schraube f befindlich iſt, ſie in der gehörigen Stellung feſt zu halten. Von dem Küſſen geht mitten durch die Röhre oder den Stab ein ſtarker metallener Draht bis zu der oben befindlichen metallenen Kugel g. Dieſe Zurichtung dient dazu, das Küſſen zu iſoliren, und dadurch die entgegengeſetzte Elektricität zu erlangen.

An der vordern Seite des Küſſens gegen den Zuleiter hin iſt ein Streif Wachstaffet h befeſtiget, welcher über einen Theil der Trommel hinreicht, um das Ausſtrömen der elektriſchen Materie nach den entgegengeſetzt elektriſchen Theilen der Trommel zu verhindern.

In einiger Entfernung unter der Trommel iſt auf dem Geſtelle ein Bretchen befeſtiget, auf welches ein Kohlbecken i geſtellet werden kann, um der Trommel im Sommer die nöthige Wärme und Trockenheit zu geben. Die Kohlen müſſen entweder mit Aſche bedecket ſeyn, oder man legt ein eiſernes Blech über das Kohlenbecken, damit die Trommel durch zu ſtarke Hitze keinen Schaden leide. Im Winter fällt dieſer Zuſatz weg, weil zu der ſtärkſten Wirkung ſchon hinreichend iſt, die Maſchine in die Nähe eines Ofens oder Camins zu bringen.

Die Kette k an dem Halſe der Kugel dienet ſo wohl die elektriſche Materie abzuleiten, da das Küſſen iſoliret iſt, oder, wenn ſie mit einem iſolirten Körper verbunden wird, die entgegengeſetzte Elektricität zu erhalten.

Der metallene Conduktor (fig. 17.) iſt mit dem Zuleiter o verbunden, und ſteht auf einer ſtarken gläſernen Röhre p. Die Kette l iſt nöthig, die Elektricität weiter zu führen, oder wenn ein Conduktor mit dem Küſſen verbunden iſt, die elektriſche Materie zu zuleiten.

Walkiers de St. Amand *) hat eine Elektriſirmaſchine angegeben, welche aus zwey hölzernen Cylindern von 2 Fuß Durchmeſſer, und 6 Fuß Länge beſtehet, welche in 7 bis 8 Fuß von einander entfernten Geſtellen durch Kurbeln von 8 bis 10 Zoll in Umlauf gebracht werden. Um die beyden Cylinder iſt Taffet, welcher überfirnißt und an beyden Enden zuſammen genähet iſt, gezogen und mäßig geſpannt. Werden dieſe beyden Cylinder mit den Kurbeln gedrehet, ſo wird der Taffet zugleich mit gedrehet, und bewegt ſich nach und nach über alle Punkte der Cylinder. Das Reibzeug beſteht aus Cylindern von 7 Fuß Länge und 2 Zoll im Durchmeſſer, welche mit Katzenfell überzogen ſind. Sie werden durch Schrauben an den Taffet gedruckt, und berühren ihn immer nur in einer Linie. Mitten durch den leeren Zwiſchenraum zwiſchen beyden Taffetflächen geht der Conduktor, welcher 6 bis 7 Zoll im Durchmeſſer hat, über die Ränder des Taffets an beyden Seiten auf eine ziemliche Strecke hervorgehet und in ſeidenen Schnüren vom Geſtelle herabhänget. An den Stellen zwiſchen den Taffetflächen beſitzet er Spitzen, welche die erregte Elektricität aufnehmen. Diejenigen, welche dieſe Maſchine drehen, ſtehen auf dem Geſtelle, und geben dadurch der Maſchine ſelbſt einen ſichern Stand.

Die Wirkung dieſer Maſchine war außerordentlich ſtark. Sie gab mit einer großen Kugel Funken von 17 Zoll und darüber. Eine große Verſtärkungsflaſche ward gleich in den erſten Augenblicken von der Gewalt der Elektricität zerſchmettert.

Auch hat man in neuern Zeiten zu dem elektriſchen Körper an der Maſchine metallene Scheiben gebrauchet, die ſich an Katzenfell reiben, und eine nicht unbeträchtliche Wirkung hervorbringen β).

Herr

*) Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. II. St. 1. S. 18.

β) Joh. Conr. Gütle Beſchreibung verſchiedener Elektriſirmaſchinen. Leipz. u. Nürnb. 1790. 8. S. 117 f.

Herr **Bohnenberger** [*]) hat außer den mehreren neuern Maſchinen auch einige von ſeiner eigenen Erfindung angegeben, welche hier zu beſchreiben zu weitläuftig ſeyn würde.

Herr **Mundt** [β]) in Halle wurde durch die kleine ingenhouſiſche Maſchine auf die Erfindung einer kleinen Maſchine geleitet, welche wegen ihres ſehr wohlfeilen Preiſes und der nicht unbeträchtlichen Wirkung verdienet noch beſchrieben zu werden.

Das Reibzeug (fig. 18.) a beſteht aus zwey Bretern, 3 Zoll breit, ½ Zoll dick und 3 Fuß lang, überall glatt abgerundet, auf beyden Seiten mit Stanniol und auf der innern Seite mit Kaninchenfell oder beſſer mit ſchwarzem Katzenbalge überzogen. Durch die beyden Schrauben i i, von trocknem Holze und mit Wachs polirt, können ſie näher zuſammengebracht werden.

Die Zuleiter d b c beſtehen aus zwey ſtarken eiſernen Dråhten, ſind um die hölzernen Kugeln b, c befeſtiget, und können an ihren Enden bey d zuſammengehakt werden. Von den hölzernen Kugeln b, c iſt eine in fig. 19. von zwey Seiten vorgeſtellt. In der Rinne b werden die Ringe der Zuleiter bey fig. 18. b und c befeſtiget.

Der elektriſche Körper (fig. 18.) e f g h iſt ſchwarzer Tamys oder ein anderes glattes, wollenes Zeug 5 Fuß lang. Die Enden ſind an ½ Zoll dicken Stäben e f, h g befeſtiget.

Dieſe Haupttheile werden auf folgende Art verbunden.

Am Balken der Stube ruhet auf zwey Wandhaken ein hölzerner Stab l m. Auf dem Fußboden und gerade unter l m und damit parallel liegt ein ähnlicher Stab n o, welcher durch zwey Holzſchrauben in die Dielen befeſtiget werden kann. Die Zuleiter und das Reibzeug ſind an dieſen beyden Stäben vermittelſt ſtarker Schnüren von Wolle oder Hanf, welche man in Oel oder noch beſſer in Wachs gekochet hat, befeſtiget. Dieſe Schnüren werden, wenn das Reibzeug a hori-

*) Beſchreibung einiger Elektriſirmaſchinen und elektriſcher Verſuche. Stuttg. 1783. 1te bis 6te Fortſetzung 1791.
β) Grens Journal der Phyſik. B. VII. S. 319 u. f.

horizontal und zwiſchen lm und no in der Mitte iſt, a
Haken der beyden Stäbe lm und no befeſtiget. Die Zu
leiter werden mit ihren Enden bd verbunden, und durch ab
gerundete Korkpfropfe, welche man neben den Schnüre
in die mittleren Löcher der Kugeln b, c ſteckt, 4 bis 5 Zol
weit vom Reibzeuge befeſtiget. Darauf wird der Stab e
mit dem Zeuge zwiſchen den Dräthen des untern Zuleiters
den Platten des Reibzeuges und den Dräthen des ober
Zuleiters hindurchgezogen. Bey e, f befeſtiget man zwe
wollene Schnüre, führt die eine über die Rolle des Stabe
lm durch die Zuleiter und das Reibzeug über eine Roll
in dem untern Stabe no nach h hin; die andere über di
andere Rolle in lm ebenfalls durch die Zuleiter und da
Reibzeug über die andere Rolle in no nach g hin; ziehe
ſie beyde an, und knüpft ſie an h, g. Dadurch wird da
Zeug geſpannt, und läßt ſich leicht auf- und niederziehen
ohne ſeine Richtung zu ändern. Um das Auf- und Nieder-
ziehen bequemer und gewiſſer zu machen, iſt bey p und q
an ef das Stück Schnur prq, und in der Mitte desſelbe
von e und f gleich weit entfernet ein anderes gebunden; ebe
ſo an hg. Jenes iſt über die Rolle ſ, dieſes aber über di
Rolle t geführet, und beyde ſind in u an einen Handgrif
geknüpfet.

Dieſen Handgriff kann man leicht mit einer Hand auf-
und niederziehen, und eben dadurch wird das Zeug efgh
am Katzenfell des Reibzeuges auf beyden Seiten hin und
her gerieben. Die Rollen bey ſ und t können ſich rechts
und links umdrehen, ſo daß ihre Flächen die Fläche des
Zeuges unter allen nur möglichen Winkeln ſchneiden können,
damit man beym Zeuge ſeine Stelle ändern kann.

Bringt man nun die Platten des Reibzeuges vermittelſt
der Schrauben ii gehörig an einander, hängt an d eine
Kette, und bringt dadurch die Zuleiter mit der Erde in
Verbindung, und ziehet u auf und nieder, ſo kann man
aus dem Reibzeuge unmittelbar 3 Zoll lange Funken ziehen,
welche ſehr ſchnell auf einander folgen. Noch länger wer-
den

den die Funken, wenn man mit der einen Hand die Zuleiter in bdb anfaſſet, und mit den andern ſich dem Reibzeuge nähert. Das Hinſtrömen des elektriſchen Feuers aus den Zuleitern in das Zeug gibt im Dunkeln den ſchönſten Anblick. Das Reibzeug a thut zugleich die Dienſte eines Conduktors. Man kann indes eine Kette an w hängen, dadurch einen andern iſolirten Conduktor mit dem Reibzeuge verbinden, und ſo ein ſehr ſtarkes + E hervorbringen. Soll er — E erhalten, ſo verbindet man ihn mit d, und bringt nun das Reibzeug a mit der Erde in Verbindung. So hat man + E und — E bequem bey der Hand.

Die Schnüre können übrigens kürzer und länger verbunden werden, und folglich kann dieſe Maſchine in jeder Stube, wo ſich nur l m und n o befeſtigen läßt, angebracht werden. Hat man ſie genug gebraucht, ſo hakt man die Zuleiter bey d aus einander, ſchraubet n o los, und rollt ſie um n o auf.

Zum Beſchluß dieſes Artikels füge ich noch einige Bemerkungen in Anſehung des Reibzeuges der Cylindermaſchinen bey, welche mir der Herr Mechanikus **Voigt** allhier mitgetheilet hat:

Die außerordentliche Wirkung der Scheibenmaſchinen hat hauptſächlich ihren Grund darin, daß eine völlige und beſtändige Berührung der Reibfläche an dem Reibzeuge Statt findet, wodurch die größt mögliche Erregung der Elektricität immer gleichförmig erhalten wird. Um nun dieſes auch bey den Walzenmaſchinen anzubringen, und vorzüglich zum Gebrauch der mediciniſchen Elektricität mit kleinen Glascylindern eine große Wirkung hervorzubringen, fanden ſich in der Ausführung hierbey folgende Hinderniſſe:

1. wenn ein Cylinder in der Faſſung auch ſo genau als möglich centrirt war, oder wenn er ſo gut als möglich centrirt werden ſollte, ſo fand ſich, daß dieß unmöglich war, indem die Peripherie deſſelben ſelten einen vollkommenen Kreis bildet; man findet meiſtens an der Stelle, wo er im Kühlofen gelegen hat, eine platte Fläche. Dergleichen Cylinder

laſſen ſich daher nicht auf einen hohen Grad der Vollkommenheit bringen.

2. Wenn dieß nicht der Fall war, ſo trat ein anderer widriger Umſtand ein, nämlich nicht alle Kreisbögen der Peripherie hatten einerley Durchmeſſer.

Dieſe Umſtände hatten folgende nachtheilige Einflüſſe auf das Reibzeug.

a. Im erſten Falle konnte das Reibzeug gar nicht nach dem Cylinder geformt werden, weil die Walzenfläche desſelben im eigentlichen Verſtande keine war, ſondern die Durchſchnittsbogen waren irregulär und elliptiſch, das Reibzeug paßte daher an dem Cylinder zuweilen nicht.

b. Im zweyten Falle konnte das Reibzeug eben ſo wenig dieſes Poſtulat erfüllen; denn wie wäre es möglich, eine ſolche Fläche nach der äußern des Cylinders auszuarbeiten.

Beyde fehlerhafte Umſtände fanden ſich oft an einer Walze vereinigt, und ſobald ſie einzeln oder zuſammen an einer wahrgenommen werden, ſo iſt dieſelbe nicht zur Erregung der größten Wirkung geſchickt, und wird zu ganz vollkommenen Cylindermaſchinen nicht anwendbar ſeyn.

Da inzwiſchen auch die mit großer Sorgfalt gewählten und gefaßten Walzen doch nicht mit mathematiſcher Schärfe ſo genannt werden konnten, ſo iſt doch folgendes Reibzeug, welches die Fehler der Walzen größtentheils aufhebet oder ſie wenigſtens unmerklich macht, am beſten gefunden worden:

Die fig. 20. ſtellt die weſentliche Einrichtung von der Seite betrachtet vor, c c c iſt die Walze, auf deren Peripherie das Reibzeug a b liegt. Dieſes iſt ein plattes Stück Holz an der untern Seite in der Krümme der Walze ausgehöhlt und mit drey oder vierfachen guten Flanell ſo bedeckt, daß dieſer auf keine Weiſe geniret iſt, ſondern ſich überall nach der Form der Walze biegen kann. An den beyden Seiten dieſes Stück Holzes werden ein Paar meſſingene Hülſen befeſtiget, durch deren Mitte von oben zwey Stellſchrauben (fig. 21.) g, h gehen. Dieſe Stellſchrauben von Meſſing ſind hohl und mit Bley ausgegoſſen. Durch die Hülſen

ef und ik ſchieben ſich meſſingene Stangen, welche in eine Kugel auslaufen, an dem andern Ende aber an ein bewegliches Charnier lm und on befeſtiget ſind, ſo daß das Reibzeug vom Cylinder abgehoben und zurückgeleget werden kann. Dieß Charnier iſt bloß in der Vertikalfläche beweglich.

Die meſſingene Stange mit dem dazu gehörigen Apparat liegt daher durch ihre eigene Schwere auf dem Cylinder und hebt ſich, wenn dieſer ſich hebt; folglich bleibt der Druck immer einerley.

Bey regulär geformten Walzen nimmt der dicke Flanell die Form der Walze durch den Druck am beſten an, und es iſt kein Druck bekannt, welcher der nicht ganz zu vermeidenden Eccentricität der Walze beſſer nachgeben könnte, als der der Schwere dieſer Metallſtange, zumahl da er ſich immer gleich bleibt. Hat man nun durch Verſuche gefunden, wie groß dieſer Druck zur ſtärkſten Erregung der Elektricität ſeyn müſſe, ſo ſind die Bedingungen beſtimmt, welche man zur Abſicht hatte, und es kann nun der Experimentator die Kraft ſeiner Maſchine immer ſich gleich erhalten. Bey den gewöhnlichen Cylindermaſchinen iſt dieß gewiß nicht ein geringer Fehler, das Reibzeug durch Schrauben, Federn und dergleichen an den Cylinder zu drucken, indem alle dieſe Vorrichtungen nicht allein einer unvermeidlichen Nachlaſſung unterworfen ſind, ſondern auch wegen des ſteten Andruckens und der ungleich gerundeten Cylinder eine ſtarke Friktion verurſachen, welches alles doch, wie bekannt, von einer jeden vollkommenen Maſchine auf alle mögliche Art zu entfernen iſt. Dagegen beſteht der Hauptvortheil, worin dieſes Walzenreibzeug alle bisher angegebene Reibzeuge übertrifft, in der genauen Berührung des vordern Randes b mit der Walze. Nur unter dieſer Bedingung iſt ſtarke Wirkung möglich; denn die Reibgrenze muß zugleich die Grenze des Reibzeuges ſeyn, wenn die Elektricität nicht zurückgehen ſoll.

Bey etwas irregulären Cylindern wird die untere Fläche des Reibzeuges, welches von gebogenem Blech geformet wird, mit einem Gypsguß oder mit Pappenteig überzogen, wodurch

wodurch es in die größern und kleinern Kreisbogen der Walzenfläche gepaßt wird, wenn ſie merklich ſeyn ſollte.

M. ſ. **Prieſtley** Geſchichte der Elektricität, durch **Krünitz**. Berlin und Stralſund 1772. gr. 4. S. 346 u. ſ. **Donndorf** Lehre von der Elektricität. Erf. 1784. II Bände gr. 8. B. I. Cap. 2. S. 26 — 47. **Cavallo** vollſtändige Abhandlung der Lehre von der Elektricität. Leipzig 1797. B. I. S. 124 u. ſ. B. II. S. 216. **Adams's** Verſuch über die Elektricität; a. d. Engl. Leipzig 1785. 8. S. 14 u. ſ. Verſuche und Beobachtungen über die Elektricität von **Will. Nicholſon**; in **Grens** Journal der Phyſik. B. III. S. 49 u. ſ. **Johann Ingenhouß** vermiſchte Schriften phyſiſch-medicin. Inhalts überſ. von **Molitor**. 2te Aufl. Wien 1784. II Bände gr. 8. B. I. Nro. III. IV. V. Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte an verſchiedenen Stellen. **John Cuthbertſons** Abhandlung der dahin gehörigen Werkzeuge und Verſuche, aus dem Holländ. Leipzig 1786. 8. Dritte Fortſetzung; ebendaſelbſt 1796. 8. Auszug aus des Herrn **van Marum** Beſchreibung elektriſcher Reibzeuge von einer neuen Einrichtung u. ſ. in **Grens** Journal der Phyſik. B. II. S. 167. ſ. Beſchreibung einer neuen und einfachen Elektriſirmaſchine, aus einem Schreiben des Herrn **van Marum** an Herrn **Ingenhouß** Haarlem 1791; in **Grens** Journal der Phyſik. B. IV. S. 3. u. ſ. Zweytes Schreiben des Herrn **van Marum** an Herrn Chev. **Landriani**, über die neuen an die teyleriſche Maſchine angebrachten elektriſchen Reibzeuge; in **Grens** Journal der Phyſik. B. VI. S. 70 u. ſ. Beſchreibung einer ſehr vortheilhaft eingerichteten Elektriſirmaſchine in einem Schreiben vom 9. Jan. 1791. von A. **Reiſer**; im gothaiſchen Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. VII. St. 3. S. 73. Weitere Beſchreibung dieſer Elektriſirmaſchine von **M. F. Wildt**; ebendaſ. St. 4. S. 77 u. ſ. **Joh. Conr. Gütle** Beſchreibung verſchiedener Elektriſirmaſchinen. Leipzig und Nürnberg 1790. 8. Beſchreibung

einer

einer neuen Elektriſirmaſchine von Herrn **G. W. Mundt** in Grens Journal der Phyſik. B. VII. S. 319 f.

Elektriſirung, Elektriſiren (electriſatio, electricitatis excitatio et communicatio, électriſation) heißt die Verſetzung der Körper in den Zuſtand, daß ſie elektriſche Erſcheinungen liefern.

Das Elektriſiren der Körper erfolget entweder durch Erregung der urſprünglichen, oder durch Mittheilung der erregten, oder endlich durch Vertheilung der urſprünglichen Elektricität. Von allen dieſen ſ. m. den Artikel **Elektricität** unter den Abſchnitten: **Mittel, die urſprüngliche Elektricität zu erregen, Mittheilung der Elektricität, elektriſche Atmosphäre** und **Vertheilung der Elektricität.**

Elektrometer, Elektricitätsmeſſer (electrometrum, électromètre) iſt eine Vorrichtung, die Stärke der Elektricität eines Körpers zu beſtimmen, oder auch die elektriſchen Erſcheinungen in einem gewiſſen, beſtimmten, verſtärkten Grade hervorzubringen.

Der Erſte, welcher bemerkte, daß Fäden, welche an einer elektriſirten Stange hingen, von einander flohen oder ſich zurückſtießen, war **Gray.** Auch **du Fay** nahm dieß wahr, und fand es bey linnenen Fäden am ſtärkſten. Zugleich benutzte dieſer dieſen ſcheinbar geringen Umſtand zur Unterſuchung der Stärke und Schwäche der Elektricität. Er nahm nämlich einen Zwirnfaden, hing denſelben um den zu elektriſirenden Körper, und bemerkte alsdann, wie weit die beyden Enden des Fadens einander flohen, wodurch er erkannte, ob die Elektricität ſtark oder nicht ſtark war. Der Abt **Nollet,** welcher die Verſuche des **du Fay** mit in Augenſchein nahm, ſuchte noch größere Vortheile aus dieſer Erſcheinung zu ziehen, indem er auf den Gedanken kam, daß dieſes einfache Mittel dienen könne, den Grad der Elektricität durch den Winkel, welchen die beyden Enden des Fadens beym Auseinandergehen einſchließen, zu beſtimmen.

Er that daher den Vorſchlag [α]), den Winkel durch ihren auf einem Brete aufgefangenen Schatten mittelſt eines Gradbogens zu meſſen, weil er wohl wußte, daß mit dem Faden kein anderer leitender Körper verbunden werden durfte.

Waitz [β]) knüpfte an ſeidene Fäden ein Paar kleine Gewichte oder kleine Metallplättchen, und hing ſie ſo auf, daß ſich die Gewichte oder Metallplättchen berührten. Brachte er nun einen geriebenen Glascylinder in die Nähe dieſer beyden Pendeln, ſo gingen ſie ſogleich aus einander. Hieraus ſuchte er ſogar die elektriſche Kraft des Abſtoßens mit der Kraft der Schwere zu vergleichen.

Im Jahre 1746 that **Ellicott** [γ]) den Vorſchlag, um die Stärke der Elektricität zu beſtimmen, ein Gewicht in der einen Schale einer Wage aufzuheben, während die andere Schale über den elektriſchen Körper gehalten, und durch ſeine anziehende Kraft nach demſelben hingezogen werden ſollte. Nach eben denſelben Grundſätzen verfertigte auch **Gralath** [δ]) in Danzig ein Elektrometer.

Im Jahre 1753. gab **Canton** [ε]) der einfachen Einrichtung des **du Fay** dieſe Geſtalt, daß er zwey Kugeln von Kork oder Hollundermark auf einer Drehbank in der Größe einer Erbſe ſauber abdrehen ließ, und dieſe an ſeine Zwirnfäden hing. Gewöhnlich ſchloß er ſie in ein buxbaumenes Futteral oder Käſtchen ein, um ſie bey ſich zu tragen. Es iſt dieſes Elektrometer noch bis jetzt unter dem Nahmen **Korkkugelelektrometer** bekannt, wozu auch ſchon ein einziger Faden hinreichend iſt, an deſſen beyden Enden die kleinen Kügelchen befeſtiget werden. Dieſe ſehr einfache Einrichtung iſt von ſehr wichtigem Nutzen ſo wohl zur Ent-

deckung

α) Mémoire de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1747.

β) Abhandlung von der Elektricität und deren Urſachen. Berlin 1745. 4. S. 180 f.

γ) Philoſoph. transact. Vol. XLV. n. 486.

δ) Verſuche und Abhandlungen der naturforſchenden Geſellſchaft in Danzig. Th. I. 1747. n. 6.

ε) Philoſoph. transact. Vol. XLVIII. P. I. n. 486.

deckung ſchwacher Grade der Elektricität, als auch zur Beobachtung der Beſchaffenheit der Elektricität.

Das von **Henley** im Jahre 1772. angegebene **Quadrantenelektrometer** iſt von Dr. **Prieſtley** *) beſchrieben worden. Es hat die in fig. 22. vorgeſtellte Geſtalt. Es ſteht auf einem kleinen Geſtelle, von welchem es nach Willkür abgenommen, und an den erſten Leiter, oder ſonſt wohin befeſtiget werden kann. Es beſteht dieſes Elektrometer aus einem ſenkrecht ſtehenden Stabe, der oben kugelförmig abgerundet iſt, und an dem andern Ende ein Meſſingblech hat, welches man nach Gelegenheit auf den erſten Leiter oder auf den dazu gehörigen Fuß ſetzen kann. An dem obern Theile des Stabes iſt ein elfenbeinerner in Graden getheilter Halbcirkel befeſtiget, in deſſen Mittelpunkte der Zeiger an einer feinen Axe von Meſſing ſteckt. Der Zeiger ſelbſt iſt ein ſehr feines Stäbchen, welches von dem Mittelpunkte des getheilten Halbcirkels bis an das Meſſingblech reicht, und trägt an ſeinem untern Ende ein Korkkügelchen, welches ſehr fein abgedrehet iſt. Das beſte Holz zum Stabe und zum Zeiger dieſes Elektrometers iſt Buxbaum. Beyde müſſen wohl abgerundet und ſo glatt als möglich ſeyn. Wenn dieſes Elektrometer nicht elektriſiret iſt, ſo hängt der Zeiger mit dem Stabe parallel; wird es aber elektriſiret, ſo weicht er von dieſer Lage ab, und zeigt an dem Halbcirkel die Grade, aus welchen ſich auf die Stärke der Elektricität ſchließen läßt.

Langenbucher β) nimmt zwey 6 Zoll lange Glasſäulen, welche er 3 Zoll weit aus einander ſtellt. Auf der einen befindet ſich ein 5 Zoll hohes und 1 Zoll breites meſſingenes Plättchen, an deſſen unteres Ende ein krummgebogener Draht mit einer Kugel eingeſchraubet iſt. Am obern Ende hängt ein buxbaumener Zeiger, jedoch ohne Korkkugel, herab. Auf der andern Glasſäule ſteht ein in Grade getheilter

*) Philoſoph. transact. Vol. LXII. n. 26.

β) Beſchreibung einer beträchtlich verbeſſerten Elektriſirmaſchine. Seite 44.

theilter Halbcirkel von Elfenbein oder gedörrtem Holze, deſſen Mittelpunkt mit dem Anhängepunkte des Zeigers einerley iſt. Alles, die Meſſingplatte, den Zeiger und den Halbcirkel ausgenommen, iſt mit Siegellack überzogen. Wenn man dieſes Elektrometer gebrauchen will, ſo verbindet man die Kugel an dem krummgebogenen Drahte mit dem elektriſirten Körper.

Cavallo *) gibt ein Stativ mit den cantonſchen Elektrometern an, welches in fig. 23. vorgeſtellet iſt, wo c c und d d die cantonſchen Elektrometer ſind. a iſt eine Säule von Glas oder gedörrtem Holze oben abgerundet, oder mit einem runden hölzernen Deckel verſehen. Aus dieſem runden Holze gehen vier Arme von Glas oder gedörrtem Holze hervor, an deren Enden vier Elektrometer hangen, zwey davon d d beſtehen aus ſeidenen Fäden, etwa 8 Zoll lang, an deren Enden eine kleine Pflaumfeder hängt. Die beyden andern Elektrometer c c ſind die cantonſchen mit kleinen Kügelchen von Kork oder Hollundermark. Die Fäden, woran dieſe Kügelchen hangen, ſollen nach **Cavallo's** Anrathen mit ſchwachem Salzwaſſer befeuchtet werden. Die Kügelchen betragen ungefähr $\frac{1}{8}$ Zoll im Durchmeſſer und ſind mittelſt des Fadens an einem etwa 6 Zoll langen und mit Siegellack überzogenen gläſernen Stäbchen befeſtiget, welches an einen Arm iſt gehängt worden. Dieß gläſerne Stäbchen dient vorzüglich als ein iſolirter Handgriff, wenn man das Elektrometer vom Stativ abnehmen, und an einem andern Orte gebrauchen will.

Ein anderes Elektrometer beſchreibet ebenfalls **Cavallo** ª), welches er wegen ſeines bequemen Gebrauchs **Taſchenelektrometer** nennt, und in der fig. 24. vorgeſtellt iſt. Das Gehäuſe und zugleich der Handgriff dieſes Elektrometers iſt eine Glasröhre, welche etwa 3 Zoll lang iſt, $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmeſſer hat, und bis auf die Hälfte mit Siegellack überzogen

*) Vollſtändige Abhandlung der Lehre der Elektricität. Leipzig 1797. B. I. S. 156.

ª) Ebendaſelbſt. B. I. S. 346.

überzogen iſt. An demjenigen Ende der Röhre, woran ſich kein Siegellack befindet, iſt eine Schleife von dünnen ſeidenen Schnürchen, womit man das Elektrometer gelegentlich an eine Stecknadel hängen kann. In das andere Ende der Röhre paßt ein Kork, welcher an beyden Enden koniſch zugeſpitzet iſt, damit man mit jedem gerade die Oeffnung der Röhre verſtopfen kann. Von dem einen Ende dieſes Korks hängen zwey linnene Fäden herab, welche ein wenig kürzer ſind, als die Länge der Glasröhre, und an jedem befindet ſich ein kegelförmiges Stückchen Holundermark. Wenn man dieſes Elektrometer gebrauchen will, ſo ſteckt man das Ende des Korks, welches den Fäden entgegengeſetzet iſt, in die Oeffnung der Röhre; alsdann gibt die Röhre einen iſolirten Handgriff des Korkkugelelektrometers ab. Kehrt man den Kork um, ſo kommen alsdann die Fäden innerhalb der Röhre zu hängen, und es läßt ſich das Ganze in einem Futteral bequem bey ſich tragen. Wird in dieſes Futteral an dem obern Ende ein Stück Bernſtein und unten ein Stück Elfenbein auf Bernſtein iſoliret eingeſetzt, ſo kann man durch Reiben an einem Tuchkleide ſo wohl die poſitive als negative Elektricität erregen, und dem Elektrometer mittheilen.

Noch ein anderes von **Cavallo** angegebenes Elektrometer, welches äußerſt empfindlich und ſehr bequem iſt, wird von **Adams** *) beſchrieben. Die Glasröhre (fig. 25.) acdb iſt in dem meſſingenen Boden ab eingekittet. Der obere Theil derſelben geht in ein ſchmales cylindriſches mit Siegellack überzogenes Ende aus, in welches eine kleine gläſerne Röhre eingekittet iſt, deren unteres ebenfalls mit Siegellack überzogenes Ende ein wenig in die Röhre acdb hineinreicht; in dieſe kleine Röhre iſt ein Draht eingekittet, deſſen unteres Ende das flache Stück Elfenbein h, welches durch einen Kork in die Röhre befeſtiget iſt, berührt; das obere Ende des Drahts erſtreckt ſich etwas über die Röhre hinaus, und läßt ſich in die meſſingene Haube ef einſchrauben,

*) Verſuch über die Elektricität. S. 164.

ben, welche den mit Siegellack überzogenen Theil vor den Regen ſchützt, wenn man damit die Luftelektricität beobachten will. tm und kn ſind zwey ſchmale Streifen Zinnfolie an der innern Seite des Glaſes, die mit dem meſſingenen Boden ab in Verbindung ſtehen.

Wenn man einen elektriſirten Körper der meſſingenen Haube ef nähert, ſo werden die Kugeln ſogleich von einander fahren, aber auch wieder zuſammenfallen, ſo bald ſie die Zinnfolie berühren. Nimmt man alsdann den elektriſirten Körper hinweg, ſo gehen ſie abermahls mit der entgegengeſetzten Elektricität aus einander. Die allerſchwächſte Elektricität wird dieſe Kugeln in Bewegung ſetzen, und es wird die Beſchaffenheit derſelben leicht dadurch erkannt, wenn ſie entweder mehr aus einander gehen oder ſich wieder nähern, indem der Haube ein mit —E geladener Körper genähert wird.

Man hat überhaupt der Einrichtung, ein Elektrometer in einer Röhre oder Flaſche einzuſchließen, den Nahmen **Flaſchenelektrometer** gegeben, welches in aller Abſicht eines der vorzüglichſten Elektrometer iſt.

Unter allen dieſen angegebenen Elektrometern verdient wohl keines den eigentlichen Nahmen Elektrometer, weil ſie keinesweges die wahre Größe der Elektricität beſtimmen, ſondern nur zu erkennen geben, ob die eine Elektricität ſtärker oder ſchwächer ſey als die andere. Es verſuchte daher **Achard** [α]) ein Elektrometer anzugeben, welches die beſtimmte Größe der Elektricität wirklich anzeigen und ihr Verhältniß zur Schwere der Erdkörper beſtimmen ſollte. Allein es fehlet auch dieſem Inſtrumente noch viel, um mit Sicherheit die Intenſität der Elektricität damit meſſen zu können. Herr **Lichtenberg** [β]) hat hiervon eine kürzere Beſchreibung gegeben. An einem meſſingenen Lineale (fig. 26.) ab

α) Beſchäftigungen der berliner Geſellſchaft naturforſchender Freunde. Th. I. Berlin 1775. gr. 8. S. 53 f. auch in den Vorleſungen der Experimentalphyſik. Th. III. Berlin 1791. S. 53.

β) Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. II. St. 1. S. 146.

ab ſind bey a a zwey kleine Haken befindlich, woran an meſſingenen Fäden von gleicher Länge zwey Kugeln von verſchiedenem Gewichte c, k angehängt ſind. Die Fäden müſſen ſo ſteif ſeyn, daß ſie ſich nicht krümmen. Das meſſingene Lineal hat bey h, h Einſchnitte, damit der Faden dicht an der Kante des Lineals anliegen kann, wenn die Kugel das Lineal berühret. Die Kugeln können aus Meerſchaum verfertiget ſeyn, weil dieſer die Feuchtigkeit aus der Luft wenig anziehet. Man ſetze, das Gewicht der Kugel c nebſt dem des Fadens ſey $= \pi$, und es werde ſelbige durchs Elektriſiren des Linieals um den Winkel h a c $= \alpha$ abgeſtoßen. Ferner ſey der Schwerpunkt des Pendels in d. Es wird demnach ſein Gewicht $= \pi$ ſelbiges in der lothrechten Richtung d g herabtreiben. Nun wird dieſes Gewicht theils von der zurückſtoßenden Kraft der elektriſchen Materie, theils aber auch von der Feſtigkeit des Hakens im Gleichgewichte erhalten. Zerlegt man alſo das Gewicht π nach der Richtung d g in die beyden Seitenkräfte nach den Richtungen d f und d e, jene auf das Lineal ſenkrecht, und dieſe in der Richtung des Fadens ſelbſt, ſo erhellet, daß d f den Theil des Gewichtes π ausdruckt, welchen die abſtoßende Kraft der elektriſchen Materie aufhebt. Nun iſt der Winkel b a c $=$ g d e $=$ f g d $= \alpha$, und man hat in dem rechtwinkligen Dreyecke f d g dieſe Proportion d g : d f $= 1 :$ tang. α, folglich d f $=$ d g. tang. α, d. h. die abſtoßende Kraft der elektriſchen Materie $= \pi$. tang. α. Weiß man alſo die Größe des Gewichtes π, und hat ein Mittel, die Größe des Winkels α zu meſſen, ſo gibt alsdann die Rechnung die abſtoßende Kraft der elektriſchen Materie. Es muß jedoch dieſer Winkel in einer Entfernung von dem Pendel wenigſtens von 4 Fuß gemeſſen werden können, weil ſonſt ein Körper bey geringerer Entfernung das Pendel ſtören würde. **Achard** hat zwar hierzu einen ſehr ſinnreichen Chordenmeſſer angegeben; allein er iſt zu ſehr zuſammengeſetzet, um dadurch genaue Reſultate zu erhalten. Es hat daher dieſer ganze Apparat weiter keinen allgemeinen Beyfall erhalten.

Ein anderes ſehr empfindliches Elektrometer hat H. A. Bennet *) angegeben, welches im Ganzen mit d Flaſcheneleftrometer übereinkömmt, nur daß ſtatt der an nen Fäden herabhängenden Kügelchen Streifen von Go blatt gebrauchet werden. Die gewöhnlichen Elektrome mit Kügelchen von Kork oder Hollundermark haben Nachtheil, daß die Kügelchen bisweilen, wenn ſie elektr ret ſind, lange an einander hangen, ehe ſie ſich trenn nachher aber mit einem gewiſſen Ruck auf ein Mahl a einander fahren. Dieſen Nachtheil aber findet man bey Goldblättchen nicht, und es iſt daher Bennets Goldbla elektrometer zu ganz feinen Verſuchen eins der brauchbarſ Inſtrumente. Die ganze Einrichtung dieſes Elektromet iſt im weſentlichſten folgende. Zwey Streifchen von ſchlagenem Golde, welche etwa 2 Linien breit und 18 bis Linien lang ſind, hängen an der Seitenfläche eines keilf mig ausgeſchnittenen Stück Holzes oder Zinn (fig. 27.) woran ſie mit ein wenig Eyweiß oder Firniß angekittet w den, dicht neben einander, und parallel unter ſich in Mitte eines Glascylinders herunter, welcher etwa $1\frac{1}{2}$ Z im Durchmeſſer hat, und ungefähr $3\frac{1}{2}$ Zoll hoch iſt. D mit aber die Glasröhre noch beſſer iſolire, ſo wird der ob Theil derſelben ungefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll weit mit Siegellack über gen. Der untere Theil der Röhre geht etwas gedränge eine meſſingene Einfaſſung, welche an den Seiten mit Le oder Sammet ausgefüttert, und unten an den hölzern Fuß des Inſtrumentes angeſchraubet iſt. An dem metal nen Deckel q von 4 Zoll im Durchmeſſer iſt ein mit ſtark Seidenzeuge gefütterter Ring eingelöthet, in welchem der obere Theil der gläſernen Röhre ſchließt. Auch iſt metallene Deckel q mit einem $\frac{3}{4}$ Zoll breiten niedergehen Rande m verſehen, um dadurch die Glasröhre bey Verſuc im Regenwetter gegen die Näſſe zu ſchützen. In der Mi des Deckels iſt ein Loch von 10 Linien im Durchmeſſer, wo

*) Philoſoph. transact. Vol. LXXVII. überſ. in den leipziger Sam lungen zur Phyſik und Naturgeſchichte. B. IV. St. 4. S. 419

das Stück d eingeſchraubet wird, an welches die kleine meſſingene Röhre a gelöthet iſt, worein das koniſche Stück Holz b gehörig eingepaßt iſt. Von außen wird auch an dieſes Metallſtück ein 7 bis 8 Zoll langer zugeſpitzter eiſerner Draht geſchraubet. Uebrigens läßt ſich das ganze Stück d bequem herausnehmen, um die Goldſtreifchen ankleben zu können. Innerhalb der Glasröhre an zwey entgegengeſetzten Seiten ſind noch 3 bis 4 Linien breite Stanniolſtreifen c c angeleimt, um die Elektricität von den Goldſtreifchen, welche bis dahin aus einander fahren, aufzunehmen, und durch den Boden fortzuleiten. Zu eben dieſer Abſicht hat auch Herr **Böckmann** [α]) den untern Boden des hölzernen Fußes mit Stanniol überzogen.

Da es ſchwer hält, die Goldſtreifchen, wie angegeben worden, an dieſem Elektrometer ſo zu befeſtigen, daß ſie parallel herabhängen, ſo hat Herr **Cavallo** [β]) folgende Methode ausgedacht, wodurch dieſer Schwierigkeit abgeholfen wird. Wenn nämlich die Streifen geſchnitten ſind, und auf Papier oder dem ledernen Küſſen liegen, ſo werden ſie der Länge nach gleich gemacht; hierauf ſchneidet man zwey Stückchen feines Goldpapier, jedes etwa $\frac{1}{2}$ Zoll lang, und $\frac{1}{4}$ Zoll breit, und befeſtiget dieſe mit ein wenig Wachs an beyde Streifen, nämlich eins an das Ende des einen, das andere an das Ende des andern Streifen, ſo daß ungefähr die Figur des Buchſtaben T herauskömmt. Hierauf wird nun eins von jenen Stückchen Papier ſammt dem Goldblattſtreifen mit den Fingern der einen, und das andere mit den Fingern der andern Hand in die Höhe gehalten, alsdann beyde an einander gebracht, und ſo zuſammengerückt, daß ſie beyde parallel und glatt hängen. Nun werden beyde Stückchen Papier, welche jetzt auf einander liegen, zwiſchen eine Art von Zange von Meſſingdraht oder ſehr dünn gehämmerten Meſſingplättchen, welche an dem untern Theile des

α) Grens Journal der Phyſik. B. I. S. 380.
β) Vollſtändige Abhandlung der Lehre der Elektricität. Leipz. 1797. B. II. S. 177.

Deckels oder Hutes des gläſernen Gefäßes befeſtiget iſt, geklemmt.

Dieſes Inſtrument dient nicht ſowohl zur Abmeſſung der Stärke der Elektricität, als vielmehr zur Beſtimmung ſehr geringer Grade derſelben und zur Unterſuchung ihrer Beſchaffenheit. Es gehöret alſo eigentlich nicht zur Claſſe der Elektrometer, als vielmehr zu den Mikroelektroſkopen.

Herr **de Lüc** *) hingegen hat geſucht, ein ſo genanntes **Fundamentalelektrometer** anzugeben, und zugleich Vorſchriften mitgetheilet, wie dieß Elektrometer dienen könne, andere Elektrometer für alle Fälle von größerer oder geringerer Intenſität der Elektricität zu verfertigen.

Er führt zuförderſt an, daß Verſuche über die Modifikationen des elektriſchen Fluidums in der Nähe einer in Bewegung geſetzten Elektriſirmaſchine nicht genau angeſtellt werden könnten, weil die umgebende Luft durch ſie elektriſiret werde, welches bey den beweglichen Körpern Bewegungen hervorbringe, welche nicht von den Urſachen, deren Wirkungen ſie beſtimmen ſollten, abhängen. Man müſſe ſich daher immer von der erſten künſtlichen Quelle des elektriſchen Fluidums entfernen, und ſich lieber damit durch eine geladene leidner Flaſche verſehen, welche für alle Verſuche dieſer Art mehr als hinreichend ſey. Die zu dieſen Verſuchen beſtimmte Flaſche müſſe aber weder zu groß noch zu klein ſeyn. Nach ſeinen Erfahrungen hat er eine von folgenden Abmeſſungen am geſchickteſten dazu gefunden: ſie iſt cylindriſch bis auf die kleine Verengerung ihrer Oeffnung, ihre ganze Höhe $5\frac{1}{4}$ engliſche Zoll und ihr Durchmeſſer $\frac{7}{8}$ Zoll. Die Belegungen von innen und von außen erſtrecken ſich bis $1\frac{3}{4}$ Zoll von oben, und der übrige Raum, welcher nicht belegt iſt, iſt mit einem Firniß überzogen. Ihre Oeffnung iſt mit einer hölzernen Scheibe verſchloſſen, durch welche der Stiel des Knopfes gehet. Der Knopf ſelbſt hat etwa $\frac{7}{8}$ Zoll im Durchmeſſer. Nach dieſer Flaſche hat er die Krümmungen der Theile ſeines vorzüg-

*) Neue Ideen über die Meteorologie. Berlin und Stettin, 1787. Th. II. §. 394.

vorzüglichſten Apparats beſtimmt, indem alles ſo beſchaffen ſeyn mußte, daß, wenn man den Apparat mit dem Knopfe der Flaſche in ihrer ſtärkſten Ladung berührte, ſich hier kein Büſchel bildete. Es beſtimmte alſo auch dieſes die Größe der Kugeln des Elektrometers. Die Kugeln ſelbſt ſind ſtatt der ſonſt gewöhnlichen Korkkügelchen oder Holundermarkkügelchen von Silber und hohl an Strohhalmen aufgehängt, welche er bey ſeinen elektriſchen Verſuchen am vortheilhafteſten fand. Auch macht er nur die eine von beyden Kugeln beweglich, weil die Beobachtungen geſchwind angeſtellet werden müſſen, und es ſchon nicht leicht iſt, daß man die gegenſeitige Stellung zweyer Gegenſtände, wenn ſie in gewiſſer Weite von einander entfernet ſind, ſo wie das Stäbchen der Kugeln und die Skale, gut beobachten kann. Außerdem aber findet noch bey der Bewegung einer einzigen Kugel der Vortheil Statt, daß man ihre Beweglichkeit durch ein oben angebrachtes Gegengewichte beträchtlich vermehren kann.

Das Fundamentalelektrometer des Herrn **de Lüc** iſt in der fig. 28. in einem Durchſchnitt durch die Axe aller Theile abgebildet. Sein Fuß a a iſt von Holz, und unten mit einer Platte von Bley b b verbunden, damit das Inſtrument feſt ſtehe. Auf den Fuß iſt ein Stückchen Holz c angeſchraubet, welches den iſolirenden Theil d d trägt, der aus einer Röhre von innen und außen überfirnißtem Glaſe beſtehet. Oben an dem gläſernen Stabe iſt eine Verbindung von verſchiedenen Stücken aus Büchenholz, an welche alle Theile des Inſtrumentes befeſtiget ſind. Das vorzüglichſte Stück davon iſt das durch e f vorgeſtellte, deſſen Zapfen f in die Röhre gehet, wo es ſich mit ſanftem Anreiben umdrehet. Quer durch dieſes Stück geht horizontal eine Glasröhre g g von innen und außen überfirnißt, und welche ein Stäbchen von Meſſing einſchließt, welches dem Elektrometer zum Leiter dienet. Das eine Ende dieſes Stäbchens geht mit einer Schraube in einen meſſingenen Cylinder h, und das andere in eine meſſingene Kugel i. Schraubt man dieſe letztere ſtark ein, in-

dem die Kugeln vertikal hängen, ſo gibt man dieſem Stande Feſtigkeit.

Die unbewegliche Kugel k l m iſt an dem Punkte k durch das hölzerne Stück k l aufgehängt, deſſen Theil l in einen Halm gehet, welcher dieſer Kugel zum Stäbchen dienet, und an dem ſie geleimt iſt. Das hölzerne Stück k, deſſen Schnitt die fig. darſtellet, iſt flach, und geht etwas gedränge in eine Oeffnung des meſſingenen Cylinders h, wo es durch einen Stift gehalten wird. Dieſe Oeffnung, welche durch eine punktirte Linie vorgeſtellt iſt, erlaubt dem Stück k eine kleine Bewegung an ſeinem Stifte. Dieſes dienet dazu, die Kugel in Berührung mit der andern zu bringen, wenn letztere gehörig hängt. Das Aufhängen dieſer letztern geſchieht am Punkte p in einer Gabel p o, deren Zapfen o mit etwas ſtarkem Reiben in den Cylinder h geht.

Die Skale r ſ iſt aus Büchenholz, etwa ¾ Linien dick und mit Papier bedeckt, welches mit Kleiſter aus Stärkenmehl angeklebet, und unter einer Preſſe oder unter einem Gewichte zwiſchen zwey flachen Körpern getrocknet iſt: ſein Rand muß, wie alle elektriſche Stücke am Apparate, abgerundet ſeyn. Der Halbmeſſer p ſ der Skale beträgt 4 franzöſiſche Zoll; es iſt hinreichend, auf ſelbige 40 Grade zu tragen, weil für größere Grade der Elektricität das Fundamentalelektrometer nicht mehr gebrauchet werden ſoll. Dieſe in Anſehung des Gewichtes ſehr leichte Skale wird von einem kleinen gläſernen Stäbchen vermittelſt einer bloßen Röhre von aufgerolltem und geleimten Papier, welches mit Leim hinter die Skale in r befeſtiget iſt, getragen; dieſe Röhre iſt in der fig. durch eine punktirte Linie vorgeſtellt. Das andere Ende des Stäbchens geht in einen Wirbel von Holz t. Das Stück u u iſt ein Ring, welcher ſich mit etwas ſtarker Friktion umdrehet; in dieſem Ringe geht mit gleicher Friktion der Wirbel t. Die ganze Einrichtung verſtattet viererley Bewegungen, wodurch man der Skale ihre gehörige Stellung geben kan: 1. man bringt ſie in eine vertikale Ebene, indem man die kleine papierne Röhre auf dem

gläſernen Stäbchen zum Punkte r dreht; 2. man bringt ſie in eine beſtimmte Entfernung von der Kugel, indem man den Ring an den beyden Figuren drehet; 3. man macht den Halbmeſſer, welcher dem Grade der Skale entſpricht, vertikal, durch Bewegung des Wirbels t; 4. endlich läßt man dieſen Halbmeſſer mit der beweglichen Kugel correſpondiren, indem man das gläſerne Stäbchen, welches in dem Wirbel t oder der gläſernen Röhre r fortgleiten kann, verlängert oder verkürzt. In dieſem Zuſtande muß der Mittelpunkt, aus dem die Skale beſchrieben iſt, mit dem Aufhängepunkte der beweglichen Kugel horizontal ſeyn.

Das Stäbchen der beweglichen Kugel n iſt aus einem Strohhalm gemacht, welcher ſehr gerade, und mit einer kleinen ſcharfen Feile an dem obern Theile eines Gliedes abgeſchnitten ſeyn muß, wo man den Knoten nebſt einem kleinen Ende der folgenden Röhre ſtehen läßt. Dieſes Ende paßt man gleichſam einſchraubend in die dünne Hülſe der Kugel n ein. In dem Aufhängepunkte p hängt der Strohhalm an einem Ringe, durch welchen ein ſtählerner Zapfen rechtwinklig durchgeſteckt iſt. Uebrigens läßt ſich das ganze Pendel aus dem Aufhängepunkte ſehr leicht herausnehmen. Zum Aufnehmen dieſes Punktes, und zur Verbindung desſelben mit einem gläſernen überfirnißten Stäbchen yz dient die kleine meſſingene Röhre xxxx.

Der Zapfen o, welcher in den Cylinder h tritt, iſt bey o umgebogen. Indem man den Ring um den Zapfen drehet, ſtellt man das Stäbchen dieſer Kugel an dieſelbe Ebene mit der unbeweglichen Kugel, und man macht dieſe Ebene vertikal, indem man den Leiter in der Glasröhre gg drehet.

Die hohle Kugel n von Silber muß genau 7 franzöſiſche Linien im Durchmeſſer halten; die Entfernung am Aufhängepunkte vom Anfange der Kugel an gerechnet muß 4 Zoll 8 Linien ſeyn, und die Länge des Stäbchens yz von überfirnißtem Glaſe, welches die Kugel q trägt, von dem Aufhängepunkte bis zur Spitze dieſer Kugel 2 Zoll 9 Linien. Das

Gegengewicht q muß dem Pendel angepaßt werden. Es beſtehet dieß aus einer Kugel von Siegellack. Die ſilberne Kugel muß durch allmähliges Abdrehen ſo eingerichtet werden, daß ſie mit dem daran befindlichen Halme, jedoch ohne Gegengewicht, dem Aufhängepunkte p horizontal auf eine Gabel geleget, auf der Schale einer empfindlichen Wage genau mit 30 Gran nach engliſchem Troygewicht oder $2\frac{7}{8}$ nach franzöſiſchem Markgewicht im Gleichgewicht ſteht. Das Gegengewicht q mit dem Glasſtäbchen yz muß nachher dem Pendel ſo angepaßt werden, daß in der erwähnten horizontalen Lage des Ganzen von dem Gewichte der ſilbernen Kugel nur noch $7\frac{1}{2}$ engliſche Grän übrig bleiben.

Dieſes Elektrometer wird beſtändig gebrauchet, wenn man unmittelbar eine leidner Fläſche von mäßiger Größe elektriſiret, weil bey kleinern Abmeſſungen des Elektrometers Strahlenbüſchel entſtehen würden. Wenn es hingegen nur auf die Wirkung eines elektriſirten Körpers auf andere Körper ankömmt, ſo kann man hierbey oft kleinere Elektrometer gebrauchen, weil die Gefahr von Strahlenbüſcheln nicht mehr ſo groß iſt, und man alsdann mit Vortheil das Verhältniß der leitenden Oberfläche des Elektrometers zu der des Körpers, bey dem man es anbringt, vermindern kann. Herr de Lüc hat zu dieſer Abſicht eine zweyte Claſſe gemacht, deren Abmeſſungen halb ſo klein als beym Fundamentalelektrometer ſind, die Höhe des Fußes und die Länge des kleinen Leiters ausgenommen, welche immer einerley bleiben. Die Lackkugel des Gegengewichtes iſt auch von dieſer Abmeſſung verſchieden, weil durch ſie dieſe zweyte Claſſe von Elektrometern mit der erſten in Uebereinſtimmung gebracht werden muß; dieſes geſchiehet, indem man ſie mit einander durch ihre Knöpfe in Verbindung bringt, und ſie gemeinſchaftlich elektriſiret. Man muß alſo, indem man anfänglich lieber eine zu große als zu kleine Lackkugel nimmt, ſie ſo weit vermindern, bis beyde Elektrometer übereinſtimmend gehen.

In den Fällen, wo man die Kugeln der Elektrometer außer den Wirkungskreis des elektriſirten Körpers bringen will,

will, muß man die Leiter gg durch ein eingeſchraubtes meſſingenes Stäbchen verlängern.

Bey der Unterſuchung der Elektricität in ſehr kleinen Körpern bedient ſich Herr **de Lüc** ganz kleiner Elektrometer, welche übrigens den größern ähnlich ſind. Es beſtehet ein ſolches kleines Elektrometer aus zwey Grashälmchen, die man an dem Stengel gewiſſer Gräſer ſehr dünn findet. Auch hier iſt der eine Halm unbeweglich, und der andere beweglich, und an beyde Enden derſelben iſt ein Tropfen Siegellack angebracht, um die Zerſtreuung der Elektricität zu verhüten.

Das Fundamentalelektrometer kann bey dem erſten Leiter einer Elektriſirmaſchine nicht gebrauchet werden, weil es ſelbigen ohne Aufhören durch Büſchel entladen würde; aber auch bey ſolchen Körpern iſt es nicht anwendbar, deren Elektricität unter einem Grade iſt. In ſolchen Fällen hat Herr **de Lüc** andere Inſtrumente unter dem Nahmen der **elektriſchen Megameter** und **Mikrometer** angegeben.

Die erſte Bedingung eines elektriſchen Megameters iſt, daß die Kugeln groß ſind, damit die Maſchine an ſelbigen keine Feuerbüſchel hervorbringe; denn der vorzüglichſte Fehler aller Elektroſkope, welche man bisher an die erſten Leiter der Elektriſirmaſchinen angebracht hat, iſt die Kleinheit ihrer Kugeln. Die Kugeln von 2 Zoll im Durchmeſſer ſind für mittelmäßige Maſchinen ſchon nicht zu groß. Bey noch größern Maſchinen kann man Kugeln gebrauchen, deren Durchmeſſer 3 bis 4 Zoll iſt. Der Leichtigkeit wegen kann man auch kleine ausgehöhlte Kürbiſſe gebrauchen, indem man ſie ſorgfältig vergolden läßt. Das Geſtelle dieſer großen Kugeln iſt von dem beym Fundamentalelektrometer nur durch die Größe der Theile verſchieden, und ſtatt des Strohes wird Schilf genommen. Unter den Theilen, welche mit der Größe der Kugeln nicht im Verhältniſſe ſind, iſt der Fuß, welcher von einer der Maſchine angemeſſenen Höhe und Form ſeyn muß; hernach der durchgeſchnittene Ring, welcher die Axe der beweglichen Kugel trägt, deſſen Dicke nicht im Verhältniſſe mit ſeinem vergrößerten Durchmeſſer zunehmen

men muß; ferner der Leiter, welcher in ſeiner Glasröhre das elektriſche Fluidum nicht zerſtreuet, braucht nicht im Verhältniſſe der Kugeln vergrößert zu werden. Wenn das Fundamentalelektrometer 40 Grad zeigt, ſo muß das Megameter nur 4 Grad zeigen, und dieſes Verhältniß bewirkt man durch das Gegengewicht. Um ſie zugleich zu beobachten, muß der erſte Leiter der Maſchine nur eine einzige Spitze haben, welche an das Ende eines hölzernen Stücks geſetzet iſt, damit er ſich ſehr langſam lade. Man bringt ſodann die beyden Elektrometer an ihn, und läßt die Maſchine ſtufenweiſe wirken, bis die Kugel des Fundamentalelektrometers auf 40 Grad iſt. Zeigt alsdann das Megameter auf ſeiner Skale 4 Grad an, ſo iſt es richtig; wo aber nicht, ſo muß man es durch das Gegengewicht dahin bringen, indem man entweder die Größe der Lackkugel, oder die Länge des gläſernen Stäbchens verändert. Wenn das Megameter mit dem Elektrometer auf dieſem einzigen Punkte übereinſtimmet, ſo werden ſeine Grade zehnfache des andern ſeyn. Herr **de Lüc** bemerkt hierbey, daß der Gang des Megameters ſchwankend werde, und endlich ſo ſehr, daß es nur Sprüngen und Fällen unterworfen iſt, wenn man über den Grad der Elektriſirung, welchen das Fundamentalelektrometer anzeige, gegangen ſey. Uebrigens ſey es aber nicht leicht, den ſtärkſten Grad der Elektriſirung, deſſen eine Elektriſirmaſchine fähig ſey, zu beſtimmen. Der Grad der Elektriſirung, nehme zu bis zu einem gewiſſen Größten, wenn man die Maſchine ſchnell drehe; alsdann ſchwinge aber die Kugel des Megameters ſo ſtark, daß man über nichts urtheilen könne; drehe man aber die Maſchine langſam, oder vermindere die Zahl der Spitzen, welche das elektriſche Fluidum annehmen, ſo verbleibe man ohne Zweifel unter dem Größten in der Elektriſirung.

Was das elektriſche Mikrometer des Herrn **de Lüc** betrifft, ſo gibt er zwey verſchiedene Arten davon an. Die Pendeln dieſer beyden Arten ſind von gleicher Länge und Beſchaffenheit, wie das Pendel des Fundamentalelektrometers,

weil ſie dieſem müſſen ſubſtituiret werden können, und die Kugeln ſind von verſchiedener Größe und von verſchiedener Subſtanz. An dem erſten Mikrometer iſt die Kugel von Hollundermark, im Durchmeſſer von 4¾ pariſer Linien, und hat ſtatt eines Strohhalmes ein Hälmchen von Heu. Auch iſt das Glasſtäbchen zum Gegengewicht dünner und kürzer als beym Fundamentalelektrometer; und hat am Ende ſtatt einer auf der Drehbank abgerundeten Kugel eine kleine mit Fingern abgerundete Maſſe von Siegellack. Wenn dieß Elektrometer mit einem Fundamentalelektrometer in Verbindung iſt, ſo muß ſeine Kugel ſich auf 40 Grad erheben, wenn die andere ſich auf 4 Grad erhebt; dadurch werden die Grade des erſten Mikrometers Zehntheile von den des Fundamentalelektrometers ſeyn. Das zweyte Mikrometer iſt dem erſten völlig ähnlich nur in Anſehung der Abmeſſungen verſchieden. Die Kugel iſt ebenfalls von Hollundermark, im Durchmeſſer aber nur 2½ pariſer Linien. Das Hälmchen Heu, welches ſie trägt, iſt ſehr dünn; die Röhre zum Aufhängen ſehr leicht, und das Gegengewicht dem Gange, welchen dieſe kleine Kugel haben muß, proportioniret. Das Pendel desſelben wird durch ſein Gegengewicht ſo juſtiret, daß es 40 Grad anzeiget, wenn das Fundamentalelektrometer 4 Grad zeigt. Auf dieſe Weiſe werden ſeine immer auf derſelben Skale angezeigten Grade Hunderttheile von den des Fundamentalelektrometers. Weil dieſe beyden Mikrometer ſehr kleine Kugeln haben, ſo muß die unbewegliche Kugel (fig. 28.) m an ſelbige ſo nahe gerückt werden, daß ſie dieſe in der vertikalen Lage berühret.

Dieß iſt das Weſentlichſte, was Herr **de Lüc** über die Einrichtung ſeines Elektrometers angeführet hat. Weil hier alles vom Gewicht und Maß abhängt, ſo iſt dieſes Werkzeug vergleichbar, und es iſt wegen des ihm beygefügten elektriſchen Megameters und Mikrometers auf jeden Grad der Elektriſirung anwendbar.

Ueber die beſte Einrichtung der Elektrometer hat Herr **Volta** *) verſchiedene Bemerkungen gemacht. Um geringe Grade der Elektricität und beſonders der Luftelektricität zu beobachten, gibt er den Vorſchlag, ſtatt der gewöhnlichen Metalldrähte mit Kork- oder Hollundermarkkügelchen lieber Strohhalme ¼ Linie dick ohne Kugeln zu gebrauchen. Man hängt dieſe in leicht beweglichen Ringen nahe an einander in vierſeitigen gläſernen Flaſchen auf, deren Seitenflächen mit Papierſtreifchen verſehen werden, auf welchen ſich Skalen befinden, um das Auseinandergehen der Halme zu meſſen. Weil dieſe Halme eine größere Oberfläche als dünne Metalldrähte mit Kügelchen beſitzen, ſo ſtoßen ſie ſich auch weit ſtärker als dieſe ab. Daß aber die elektriſche Materie aus den Spitzen ausſtrömen möchte, iſt nicht zu befürchten, wenn man dieß Elektrometer nur zu ſchwachen Graden der Elektricität gebrauchet.

Wenn zu dergleichen Flaſchenelektrometer gleich lange Halme genommen werden, ſo ſieht man ſehr leicht, daß eine geringe Differenz in Anſehung ihres Umfanges und Gewichtes einen nichts bedeutenden Unterſchied in ihrer Divergenz hervorbringen. Es können alſo ſolche Elektrometer vergleichbar gemacht werden, wenn man nur gleiche Längen und einerley Maß für die Grade der Skale annimmt. Herr **Volta** nimmt die Länge von 2 franz. Zoll und für den Grad der Skale ½ Linie. Kürzere Halme gegen kleinere Anzahlen von Graden an. Man kann ſelbſt mit dem Flaſchenelektrometer einen Condenſator verbinden, deſſen Metallplatte am beſten auf dem Elektrometer ſelbſt angebracht wird, um hiermit nicht allein die Luftelektricität, ſondern auch die künſtliche durch Verdampfung u. ſ. f. zu unterſuchen.

Die Einrichtung des Elektrometers, welches der Herr **de Sauſſüre** angegeben, und auf ſeinen Reiſen durch die Alpen gebrauchet hat, dient vorzüglich zur Beobachtung der Luftelektri-

*) Meteorologiſche Briefe aus dem Ital. überſ. mit Anmerk. des Herausg. B. I. Leipz. 1793. 8.

Luftelektricität, und ſoll daher unter dem Artikel **Luftelektricität** beſchrieben werden.

Außer dieſen bisher beſchriebenen Elektrometern haben **le Roy** und **d'Arcy** *) eine andere Methode angegeben, die Stärke der zurückſtoßenden Kraft der elektriſchen Materie zu meſſen. Es wird ein etwas großes Gefäß (fig. 29.) abcd ganz voll mit Waſſer gefüllet, in welchem ein Glas gh in Form eines Aräometers ſchwimmt, deſſen Stiel 12 Zoll lang und 1 Linie dick iſt; im natürlichen Zuſtande muß es bald bis an den Boden des Gefäßes herabſinken. Das Gefäß ſelbſt iſt mit einer meſſingen Scheibe ab bedeckt, durch deſſen Mitte f der Stiel hindurchgehet. Damit nun dieſer Stiel nicht ſeitwärts wanke, wird unten bey gh Queckſilber eingegoßen, und außerdem ſind noch Silberfäden über das Loch der Platte ab kreuzweis ausgeſpannt, zwiſchen welchen er auf- und niedergehen kann. Am Ende des Stiels oben befindet ſich ein meſſingenes Scheibchen e von $14\frac{1}{6}$ Linien im Durchmeſſer. Wird nun dieß alles iſoliret, und mit einem elektriſirten Leiter verbunden, ſo ſtößt die Scheibe ab das nahe an ihr liegende Metallplättchen e ab, und dadurch erhebt ſich die ſchwimmende gläſerne Vorrichtung. Läßt ſich nun dieſe Höhe, worauf es erhoben wird, meſſen, ſo kann man aus dem Gewichte desſelben und dem Verhältniſſe des Stiels zum ganzen Körper die Kraft des Abſtoßens berechnen.

Auch hat Herr **Coulomb** β) eine ſehr ſinnreiche elektriſche Wage angegeben, welche den Nahmen eines Elektrometers verdienet. Es wird nämlich die Kraft der Elektricität vermittelſt der Drehung eines feinen Metalldrahtes gemeſſen. Es iſt dieſes Metalldraht in der Mitte eines hohlen gläſernen Cylinders aufgehängt. Das obere Ende dieſes Drahtes wird von einer kleinen Zange gehalten, durch deren Hülfe man das Draht drehen kann, indem man eine Nadel oder einen Zeiger, deſſen Spitze ſich an der Periphe-

rie

*) Mémoire de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. 1749.

β) Grens neues Journal der Phyſik. B. III. S. 51 f.

rie eines graduirten Kreiſes beweget, herumführt. An d
untern Ende des Drahtes hängt ein kleiner Hebel aus ein
dünnen Faden von reinem Gummilack, der an dem ei
Ende ein Kügelchen von Hollundermark, und am andern
Stück geöltes Papier als Gegengewicht trägt. Der gläſe
Cylinder iſt in der dem Hebel correſpondirenden Höhe
Grade abgetheilet. Bey dem Punkte Null dieſer Grad
rung iſt eine andere Kugel von Hollundermark, deren S
lung auf einem nichtleitenden Träger fixiret iſt.

Herr **Coulomb** richtet zuerſt alles ſo ein, daß die b
den Kugeln ſich berühren, während das Draht in ſeinem n
türlichen Zuſtande oder ſeine Drehung Null iſt, und ſ
der Zeiger auf dem kleinen angeführten Kreiſe beym Nu
punkte befindet. Alsdann elektriſiret er die beyden Kug
ſchwach. Sie üben ſogleich eine Repulſionskraft geg
einander aus, und die bewegliche Kugel entfernet ſich v
der feſtſtehenden. Dieſe Entfernung auf der Skale des C
linders gemeſſen betrug 36 Grad. Bey dieſem Verſuc
mußte ſich natürlich das Draht drehen, ſo daß der Wink
der Drehung ebenfalls 36 Grad betrug. Hierauf unte
warf Herr **Coulomb** das Draht einer neuen Drehung, i
dem er den Zeiger um eine Quantität von 126 Grad (na
entgegengeſetzter Richtung) verſchob, wobey ſich zugleich d
bewegliche Kugel der feſtſtehenden ſo weit näherte, bis d
Repulſionskraft beyder Kugeln im Stande war, der Kra
der Drehung das Gleichgewicht zu halten. Die Kugeln wa
ren in dieſem Momente nur 18 Grad von einander entfe
net, welche zu den 126 vom Zeiger durchlaufenen addir
144 Grad für den ganzen Werth des Winkels der Drehun
geben.

Nach der Schätzung des Herrn **Coulomb** ſind d
Kräfte der Drehung in dem hier erwähnten Verſuche i
Verhältniß der Winkel der Drehung. Dieſe Winkel ſin
aber hier das erſtere Mahl 36 und das andere Mahl 14
Grad, oder der letztere iſt vier Mahl ſo groß als der erſte
Von der andern Seite aber ſind die Entfernungen das ei

Ma

Mahl 36 Grad, und das andere Mahl 18 Grad; oder die erſtere iſt doppelt ſo groß, als die letztere. Es iſt demnach die Repulſionskraft beyder Kugeln vier Mahl größer bey der halb ſo großen Entfernung, welches genau das umgekehrte Verhältniß des Quadrats der Entfernung iſt. Herr **Coulomb** hat dieſen Verſuch auf mehrere Arten abgeändert, und das Reſultat immer dem angezeigten Geſetz gemäß gefunden.

Vermittelſt dieſer elektriſchen Wage hat Herr **Coulomb** außer dem wichtigen angeführten Geſetz auch die Geſetze zu beſtimmen geſucht, nach welchen ſich das elektriſche Fluidum längs den idioelelektriſchen Trägern zerſtreuet. Durch wiederhohlte Erfahrungen hat er gefunden, daß, wenn der Zuſtand der Luft einerley bleibt, das Verhältniß der dabey verlorengehenden Kraft zur mittleren Kraft eine beſtändige Größe iſt.

Herr **Coulomb** hat mit dieſer Wage in verſchiedenen anderen Abhandlungen von der Elektricität noch verſchiedene merkwürdige Verſuche angeſtellet, welche hier anzuführen zu weitläuftig ſeyn würde.

Eine andere Art von Elektrometern hat zur Abſicht, die Stärke der elektriſchen Funken und der Erſchütterungen zu meſſen, oder doch wenigſtens Funken und Schläge von einer gewiſſen beſtimmten Stärke hervorzubringen.

Das hierher gehörige ſo genannte **Ausladeelektrometer** des Herrn **Lane** *) hat folgende weſentliche Einrichtung: es beſteht in einer meſſingenen Kugel, welche etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer hat, an einen getheilten meſſingenen Maßſtab geſchraubt und auf ein eigenes Geſtelle gebracht wird, ſo daß man ſie in jede Entfernung von dem erſten Leiter der Maſchine oder von dem Knopfe einer geladenen Flaſche bringen kann. Dieſes Elektrometer iſt indeſſen der Unbequemlichkeit ausge-

*) Deſcription of an Electrometer invented by Mr. *Lane*; with an Account of ſome Experiments made by him with it; in den Philoſ. transact. Vol. LVII. p. 451.

ausgeſetzet, daß die Oberfläche der meſſingenen Kugel dur
die Gewalt des Schlages ihre Glätte verlieret. In eine
ſolchen Falle muß ſie wieder poliret werden, außerdem iſt d
ganze Inſtrument zum Gebrauche untauglich. Dieſes Au
ladeelektrometer iſt nachher verbeſſert, und vorzüglich z
zum Gebrauch der medicinischen Elektricität eingerichtet wo
den. In der fig. 30. iſt dieſes Elektrometer abgebild
Es beſteht aus einem Glasarme d, welcher von dem Drah
der Flaſche ausgehet. Auf das Ende desſelben iſt eine m
ſingene Hülſe e gekittet, in welcher ein Draht ſteckt, d
nach dem Knopf b der Flaſche zu mit einem Knopfe c,
dem andern Ende aber mit einem Ringe f verſehen iſt. D
Draht läßt ſich übrigens rückwärts und vorwärts ſchiebe
daher kann man den Knopf c in jede Entfernung von de
Knopfe b bringen, ſo weit dieß nämlich die ganze Einri
tung des Inſtrumentes verſtattet. Gemeiniglich iſt
Draht cf mit Graden bezeichnet, welche die Entfernung
beyden Knöpfe von einander anzeigen, wenn der Draht
geſtellet iſt, daß der erforderliche Grad und der Rand
Hülſe zuſammentreffen. Bringt man die leidner Flaſ
gegen den erſten Leiter a, entfernet alsdann die Kugel c, z.
$\frac{1}{10}$ Zoll von der Kugel b, und verbindet dann den Ring
Elektrometers durch einen Draht mit der äußern Belegu
der Flaſche, wie die punktirte Linie anzeiget, ſo wird ſich u
ter dieſen Umſtänden, wenn die Maſchine gedrehet wird,
Flaſche zwiſchen den Knöpfen bc, und durch den Draht
ſo bald ſie nur hinlänglich geladen iſt, entladen; und m
ſieht leicht, daß die Entfernungen immer von der nämlich
Stärke ſeyn müſſen, ſo lange die Knöpfe bc in einer
Verbindung von einander bleiben. Auf dieſe Weiſe k
man mehrere Schläge von immer gleicher Stärke erhalt
und durch Körper führen, welche in eine leitende Verb
dung mit fk ſind gebracht worden. Wenn die Schl
ſtärker werden ſollen, ſo ſieht man leicht, daß die Entfernu
beyder Kugeln größer ſeyn muß.

Auch Henly's allgemeiner Auslader (m. ſ. Auslader) und Kinnersley Luftthermometer (m. ſ. Luftthermometer, elektriſches) dienen zu dieſem Zwecke.

Statt des Drahtes cf nimmt Sigaud de la Fond [α]) eine kupferne Schraube am Ende mit einer Platte, die auf dem Maßſtabe die Entfernungen angibt.

Ein anderes von Brooke angegebenes Elektrometer iſt von Adams [β]) beſchrieben worden. Es wird auf eine mechaniſche Art verſuchet, wie weit ein Schieber, welcher an einem kupfernen Arme am Ende mit einer Kugel beweglich iſt, verſchoben werden müſſe, wenn er den Arm beſtändig horizontal erhalten ſoll, indem ein Gegengewicht, welches den Arm zu heben trachtet, immer mit einem Grane vermehret wird. Hieraus entſteht eine Theilung, bey welcher ein jeder Theil einen Gran Kraft mehr anzeigt. Hierauf bringt man einen gleich großen Arm mit einer angehängten Kugel, wie ein cantonſches Elektrometer, an eine getheilte Scheibe, und bringt beyde Inſtrumente mit einer Ladungsflaſche oder dem erſten Leiter in eine Verbindung. Das eine zeigt die Grane der abſtoßenden Kraft durch den Grad der Theilung, auf welchen ſich der Schieber ſtellt, das andere aber die correſpondirenden Grade der getheilten Scheibe. Auf dieſe Weiſe läßt ſich eine Tabelle darüber verfertigen, wie viele Grane der Zurückſtoßung ein jeder Grad anzeigt. Man hat alsdann nur nöthig, bey den Verſuchen das letzte Inſtrument zu gebrauchen, um zu beſtimmen, wie groß die zurückſtoßende Kraft iſt, verſtärkte Grade der Elektricität hervorzubringen.

Auch Cuthbertſon [γ]) hat einige Elektrometer beſchrieben, um die verſtärkten Grade der Elektricität zu beſtimmen,

α) Précis hiſtorique et expér. des phénom. électr. à Paris 1781. ſec. II. ch. 4.

β) Verſuch über die Elektricität ꝛc. S. 221.

γ) Abhandlung von der Elektricität a. d. Holl. Leipz. 1786. S. 25.

und Herr **Lichtenberg** *) gibt ebenfalls von einem Elektro-
meter des Herrn **Barbaroux** eine Beſchreibung.

Ein ſehr vortheilhaft eingerichtetes Ausladeelektrometer
hat der Herr **von Hauch** †) angegeben. Es iſt dieſe
ganz auf eben die Principien gegründet, wie das brookiſch
Elektrometer, nämlich auf die abſtoßende Wirkung der elektri-
ſchen Kraft zwiſchen zwey Körpern von bekannter Größe
mit dem bekannten Gewichte verglichen, welches zu ſolche
Wirkung erfordert wird; hat aber vor andern Elektrometer
dieſe ausgezeichneten Vorzüge, daß außer der weit einfacher
Einrichtung der Einfluß des Barometerſtandes ganz vermi-
den, und die Friktion auf eine beträchtliche Art vermin-
dert iſt.

Es iſt dieſes Ausladeelektrometer in der fig. 34. vorge-
ſtellet, und beſteht im Weſentlichen aus folgenden Stücken
op iſt ein Bret von getrocknetem Mahoganyholze 4 Zo
breit und 12 Zoll lang, welches dem ganzen Inſtrumen
zum Fußgeſtelle dienet. Auf dieſem Brete ſind zwey maſſiv
Glaspfeiler m und n befeſtiget, welche die zwey meſſingene
Ringe g, g mit den darein geſchraubten Gabeln von gehärte-
tem Stahle k tragen. Die beyden Ringe g, g ſind ſta
lackirt.

In dem Ringe g iſt eine meſſingene Stange befeſtige
welche ſich in eine meſſingene Kugel e von eben dem Me-
talle endiget, einen Zoll im Durchmeſſer. Die Stange m
der Kugel zuſammen iſt $4\frac{1}{2}$ Zoll lang.

In der Gabel k auf dem Pfeiler m ruht auf einer ſe
ſcharfen dreyeckigen und gut gehärteten ſtählernen Achſe ei
ſehr bewegliche, ungleicharmige Gewichtſtange ab. Sie i
17 Zoll lang, und ſo eingetheilt, daß der kurze Arm $\frac{1}{3}$ un
der lange Arm $\frac{2}{3}$ der ganzen Gewichtſtange ausmacht. De
kurze Arm von Meſſing mit einer Kugel b verſehen, gera
von eben der Größe wie e, iſt in 45 nach Granen beſtimm
Thei

*) Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchich
B. III. St. 1. S. 113.

†) Grens neues Journal der Phyſik. B. I. S. 345. f.

Theile abgetheilet. Der lange Arm a l iſt von Glas mit Copalfirniß überzogen, und endiget ſich in eine elfenbeinerne Kugel a, worein ein elfenbeinernes Häkchen r paßt, beſtimmt die elfenbeinerne Schale h zu tragen, welche in der Abſicht, die Iſolirung deſto beſſer zu befördern, an drey Haaren hängt.

Auf der Gabel k des Pfeilers n ruht auf einer Axe, welche eben ſo gebildet iſt, wie die eben beſchriebene, eine ungleicharmige, ſehr bewegliche Gewichtſtange c d 11 Zoll lang, und iſt eben ſo eingerichtet, ſo daß der eine Arm $\frac{1}{3}$ und der andere $\frac{2}{3}$ der ganzen Länge beträgt. Der lange Arm von Meſſing iſt mit einer Kugel d verſehen, und in 30 nach Granen beſtimmte Theile abgetheilet. Der kurze Arm von Glas endiget ſich in eine rundlich lange und mit Copalfirniß überzogene Platte c.

Die beyden meſſingenen Hülſen f f verbergen die ſtählernen Gabeln, wie auch die zwey ſcharfen Achſen und hindern dadurch das Ausſtrömen der Elektricität.

Auf dem kurzen Arme der oberſten Gewichtſtange a b gleitet ein meſſingener Ring q, welcher mittelſt der auf der Gewichtſtange nach den Gewichten beſtimmten und eingeſchnittenen Zeichen die Zahl der Grane angibt, welche in die kleine Schale h gelegt erfordert würden, das Gleichgewicht der Stange in jedem Abſtande des Ringes q vom Ruhepunkte wieder herzuſtellen.

Auf dem langen Arme der unterſten Gewichtſtange c d befindet ſich ein beweglicher Ring ſ, welcher eben wie der Ring q durch ſeinen Abſtand vom Ruhepunkte die Kraft angibt, welche nach Granen beſtimmt erforderlich wäre, das Uebergewicht von l d gegen l o zu heben. Die dazu nöthige Kraft wird gefunden, wenn man die Schale h, welche genau 14 Gran wiegt, auf die Glasplatte c ſinken läßt, und dann den Ring ſ fortſchiebt, bis beyde Arme der Gewichtſtange wieder im vollkommenen Gleichgewichte ſind. Der Theil der Gewichtſtange, auf welchen hierbey der Ring ſ geglitten iſt, wird in 14 Theile eingetheilt, ſo daß o auf der Stelle

 ſtehet,

ſtehet, wo der Ring ſtehen muß, wenn das Gleichgewicht der Gewichtſtange Statt haben ſoll, und 14 hingegen da ſtehet, wo der Ring f das vollkommene Gleichgewicht wieder herſtellet, wenn die Schale h auf die Glasplatte c geleget iſt. Ein jeder von dieſen Theilen gibt alſo einen Gran an, und iſt wieder in Viertel abgetheilet. Der übrige Theil der Skale wird genauer angegeben, wenn man in die Schale h, wenn ſolche auf die Platte c geleget iſt, $\frac{1}{4}$ Gran nach dem andern legt, den Ring f zwiſchen jeden $\frac{1}{4}$ Gran rückt, bis das völlige Gleichgewicht wieder hergeſtellet wird, dieſe Stelle auf der Gewichtſtange bezeichnet und ſo fortfähret, bis 30 Gran auf eben die Art angegeben ſind.

Beyde Skalen ſind der Deutlichkeit wegen nur nach viertel Granen eingerichtet, obgleich das Inſtrument ſo empfindlich und ſo leicht beweglich iſt, und ſeyn muß, daß $\frac{1}{20}$ eines Granes ſchon einen Ausſchlag gibt.

Beyde Glaspfeiler m und n nebſt den auf ihnen befeſtigten Stahlgabeln ſind in das Fußgeſtelle ſo eingeſetzt, daß beyde Gewichtſtangen zwiſchen einander ſo wohl als mit der Stange g e völlig horizontal und parallel liegen. In dieſer Stellung der Gewichtſtange a b muß die Kugel b die Kugel e genau berühren. Der kleinſte Glaspfeiler n iſt von der Höhe, daß die Kugel d der Gewichtſtange c d vom Ringe g genau 4 Linien abſteht, und ſich nicht bewegen kann, ohne den letzten zu berühren.

Die kleine Schale h iſt ſo gehängt, daß zwiſchen ihr und der Schale c genau ein Abſtand von 2 Linien iſt.

In einem jeden von den meſſingenen Ringen g, g befindet ſich ein kleines Loch, damit man das Inſtrument mit den beyden Seiten einer elektriſchen Flaſche oder Batterie verbinden kann.

i iſt ein meſſingener Draht mit einem hohlen Stückchen Elfenbein, beſtimmt die Gewichtſtange c d zu unterſtützen, welche in d nothwendiger Weiſe überwichtig iſt, um dadurch die fortdauernde Bewegung zwiſchen einer jeden mit dieſem Inſtrumente vorzunehmenden Ausladung zu verhindern.

Leicht

Leicht iſt zu begreiſen, daß ſich die Gewichtsſtange a b nicht bewegen kann, ohne daß zu gleicher Zeit a einen doppelt ſo großen Weg beſchreibt als b, und daß eben dieſes bey der Gewichtſtange c d zwiſchen d und c Statt finden muß.

Verbindet man alſo a b mit der inwendigen, und c d mit der auswendigen Seite einer Batterie, doch ſo, daß das Inſtrument außer der elektriſchen Atmosphäre in dem gehörigen Abſtande iſt, und ladet darauf die Batterie, ſo wird die abſtoßende Wirkung der elektriſchen Kraft die Kugel b vermögen, die Kugel e zu verlaſſen; dadurch wird die Schale h mit doppelter Geſchwindigkeit ſinken, ſo daß, wenn die Kugel b eine Linie geſtiegen iſt, die Schale h zwey Linien geſunken ſeyn muß. Wenn ſie zu dieſer Tieſe gelangt, wird ſie die Platte c berühren, und dieſe muß die darin rege gemachte Kraft zu ſinken vermocht werden, wodurch d im verdoppelten Verhältniſſe mit dem Sinken von c wieder ſteigen muß, ſo daß wenn c zwey Linien geſunken, d vier Linien geſtiegen iſt, d in dem Augenblicke den Ring g berühret, wodurch die beyden Seiten der Batterie mit einander verbunden werden und die Ausladung geſchiehet.

Da aber die Anziehung der elektriſchen Kraft zwiſchen ungleichartigen Atmosphären unter gleichen Umſtänden wenigſtens ſchon ſo ſtark iſt als die abſtoßende Wirkung zwiſchen gleichartigen Atmosphären, ſo würde daraus folgen, daß die elektriſche Kraft, anſtatt die Kugel b von der Kugel e wegzuſtoßen, d vielmehr anziehen, und durch ihre Berührung mit g die Ausladung befördern würde, wodurch das Inſtrument die Abſicht ganz verfehlte, und der Temperatur der Atmosphäre unterworfen würde, ſo wie alle andere Arten von Ausladeelektrometern. Dieſen Fehler zu verhindern, muß man das Inſtrument bey allen elektriſchen Verſuchen ſo appliciren, daß die Kraft, womit die Kugel d von a b angezogen werden könnte, an Stärke die Kraft übertreffe, welche erfordert wird, die Kugel b von der Kugel e abzuſtoßen. Zu den Ende ſchiebe man den Ring f ſtets zwey Abtheilungen weiter hinaus auf c d gegen d, als den Ring q

auf ab gegen b. Es wird z. B. eine elektriſche Kraft erfordert gleich 8 Gran Gewicht; in dieſer Abſicht wird der Ring q auf die Stelle geruckt, wo 8, und der Ring ſ auf die Stelle, wo 10 ſtehet; alsdann wird die abſtoßende Kraft die Kugeln b und e wegſtoßen, ehe g die Kugel d anziehen kann, da hierzu eine Kraft von 2 Gran erforderlich wäre, außer der bereits wirkenden Kraft von 8 Gran. Die Schale h wird mit ihrem Gewichte von 14 Gran das Uebergewicht von kd gegen kc leicht überwinden, da ſolches nicht mehr als 10 Gran beträgt; und daher nichts vorhanden iſt, was die Ausladung verhindern kann.

Wenn der Ring ſ vermittelſt der verlangten Stärke der Kraft gegen d ſo weit hinaus gerückt wird, daß die Schale h mit ihrer Schwere nicht im Stande iſt, das Uebergewicht von kd gegen kc zu zerſtören, ſo muß die wirkende Kraft der Schale h durch zugelegtes Gewicht ſo weit vermehret werden, daß ſolches mit einem Uebergewichte von 4 Gran Schwere auf die Platte c wirken kann. Es wird z. B. eine elektriſche Kraft von 14 Gran verlangt, ſo ruckt man den Ring ſ zu 16, wodurch kd auf i ruhet mit 16 Gran Uebergewicht gegen kc. Soll nun h mit einem Uebergewicht von 4 Gran auf die Platte c wirken, ſo muß ſolche bis 20 Gran Gewichte vermehret, und alſo mit 6 Gran beſchweret werden, da ſie nicht mehr als 14 Gran wiegt, welche 6 Gran man wieder auf kb bringt, und daher den Ring q gegen b bis 20 ſchiebt, da die Stärke der abſtoßenden Kraft ſo durch 14 Gran Gewicht beſtimmt wird.

Elektrometer, atmosphäriſches ſ. **Luftelektrometer.**

Elektrometrie (electrometria, électrométrie). Man kann hierunter eine eigene Wiſſenſchaft verſtehen, welche die Geſetze der Wirkungen der anziehenden und zurückſtoßenden Kraft der elektriſchen Materie durch Anwendung der Mathematik unterſuchet.

Erſt in den neuern Zeiten haben ſich die Herrn **de Lüc** *) und **Volta** bemühet, Geſetze zu finden, auf welche eine ſolche Wiſſenſchaft gegründet werden könnte. Es fehlet aber doch noch ſehr viel, mit den bis jetzt bekannten Werkzeugen und aus den damit angeſtellten Verſuchen alles dasjenige herzuleiten, was einer Meſſung unterworfen werden könnte. Die große Menge von Elektrometern, welche alle zu dieſer Abſicht ſind erdacht worden, verſtattet es bey weitem noch nicht, die Wirkungen der elektriſchen Materie auf feſte Geſetze zurückzuführen und ſie mit andern bekannten Wirkungen, als z. B. mit der Schwere, richtig zu vergleichen. Erſt hat Hr. **Coulomb** mittelſt ſeiner elektriſchen Wage dieß Geſetz bewieſen: daß die Kraft, womit ſich gleichartig elektriſirte Körper abſtoßen, umgekehrt verhalte, wie das Quadrat der Entfernung.

Einen Verſuch der Ausführung hat Herr **Späth** ᵝ) in Altorf gemacht, und Herr **Volta** verſpricht in ſeinen meteorologiſchen Briefen eine ganz eigene Ausführung über die Elektrometrie.

Elektrophor, beſtändiger Elektricitätsträger electrophorus perpetuus, électrophor perpetuel) iſt eine vom Herrn **Volta** im Jahre 1775. bekannt gemachte Vorrichtung, die in ſelbiger erregte Elektricität auf eine lange Zeit zu erhalten, ohne ſie aufs neue erregen zu dürfen.

Die Erfindung des Elektrophors iſt, nach Herrn Hofrath **Lichtenberg** γ), nicht dem Herrn **Volta** ſondern dem Herrn **Wilke** δ) zu zuſchreiben, welcher im Jahre 1762 eine Vorrichtung angab, durch welche man die Belegungen einer Glastafel nach geſchehener Ladung von der Tafel ſelbſt trennen und alle Theile beſonders unterſuchen kann. Auch finden

*) Neue Ideen über die Meteorologie. S. 263 u. f.

ᵝ) Abhandlung über Elektrometer. Nürnberg 1791. 8.

γ) De noua methodo naturam ac motum fluidi electrici inueſtigandi. Comment. prior in Nov. comment. ſoc. Reg. ſcient. Goett. Tom. VIII. ad. an. 1777. p. 168.

δ) Schwed. Abhandl. 24ter Theil: von den entgegengeſetzten Elektricitäten bey der Ladung, 20 Verſ. S. 271.

det man ſchon in den Schriften der Herrn **Aepinus, Cigna** und **Beccaria** auf die Einrichtung des Elektrophors führende Verſuche. Da aber allem Vermuthen nach **Volta** die **wilkenſchen** Verſuche nicht gekannt, ſtatt der Glastafeln die weit bequemern Harzkuchen eingeführet, und das ganze Werkzeug zuerſt bekannter gemacht hat, ſo iſt es billig, ihm an der Ehre der Erfindung einen gebührenden Antheil nehmen zu laſſen. Ein Streit des P. **Beccaria** über den Grundſatz des letztern: **der ſich ſelbſt wieder herſtellenden Elektricität**, gab ihm zu dieſer Entdeckung Gelegenheit. Er läugnete, daß ein Leiter und ein erregter Nichtleiter bey Verbindung ihrer Flächen die Elektricitäten ablegten, bey der Trennung aber wieder ergriffen; vielmehr behauptete er, daß die Elektricitäten nur ſo lang, als die eine in den Wirkungskreis der andern ſich befände, in einem gewiſſen Gleichgewicht wären, oder unwirkſam würden. Er bewies dieß durch einen iſolirten Leiter, welchen er auf eine geriebene Harzplatte geſetzet hatte, und weil er fand, daß die in ihr erregte Elektricität eine lange Zeit fortdauerte, ſo gab er dieſer Einrichtung dem Verſuche gemäß den Nahmen Elettroforo perpetuo.

Dieſe gemachte Erfindung des Herrn **Volta** wurde bald theils durch Privatbriefe theils durch einige gedruckte Abhandlungen *) bekannt, und mit großem Beyfall aufgenommen. Sie machte anfänglich den Phyſikern viel zu ſchaffen, man entdeckte aber bald, daß hierbey alles auf die Geſetze der elektriſchen Atmoſphäre ankomme.

Zu

*) Volta's Brief an Prieſtley in der mayländiſchen ſcelta di opuſcoli intereſſanti. Tom. IX. p. 91. und Tom. X, p. 73. imgl. lettre de Mr. *Alexandre Volta* ſur l'electrophore perpetuel de ſon invention; trad. de l'ital. p. M. l'Abbé M*** in *Rozier* obſervat. ſur la phyſique. T. VII. Juill. 1776. p. 21. imgl. lettre de Mr. *Rouland* in *Rozier* obſerv. ſur la phyſ. T. VI. May 1776. p. 438. imgl. lettre de Mr. l'Abbé I*** de Vienne en Autriche in *Rozier* obſerv. ſur la phyſ. T. VI. Juin 1776. p. 501. imgl. Schreiben eines Geiſtlichen zu Wien (Jacquet) an einen ſeiner Freunde zu Preßburg von dem immerwährenden Elektrophor, a. d. Franz. mit Anmerk. überſ. von A. H. Hildebrandt. Wien 1776. 8.

Zu den weſentlichen Theilen des Elektrophors gehören 1. die nicht leitende Materie, als Glas, Harz u. ſ. f. welche der **Kuchen** genannt wird, 2. der leitende Körper, worauf der Kuchen ſich befindet, welcher die **Form** oder der **Teller** oder die **Schüſſel** heißt; man nennt auch dieſe beyden weſentlichen Stücke zuſammen die **Baſis** oder **Unterſcheibe**, 3. die an ſeidenen Schnüren befeſtigte Platte, welche der **Deckel** oder auch die **Oberſcheibe** genannt wird.

Zu dem Kuchen eines Elektrophors iſt eine jede nicht leitende Materie geſchickt, das Glas, Harz, Pech, Colophonium, Siegellack, Schwefel u. d. gl. welche durch Reiben mit dazu geſchickten Materien elektriſiret werden (beym Glaſe mit Leder, welches mit dem gewöhnlichen Amalgama beſtrichen iſt, bey harzigen Materien mit Katzen- Kaninchen- Marder- Haſenfell u. ſ. f.). Dr. **Pickel** in Würzburg gibt folgende zuſammengeſetzte Maſſe an: 5 Theile gummi lacca in tabulis, 3 Theile reinen Maſtix und 2 Theile venetianiſchen Terpentin, welches alles zuſammen in eine Leinwand gebunden, in einem neuen irdenen Geſchirr bey gelindem Kohlfeuer zerlaſſen, durch die Leinwand gedruckt, und entweder noch flüſſig in die Form gebracht, oder auch nach dem Erkalten in Geſtalt des Pulvers aufgeſtreuet und wieder zerlaſſen wird. Eine andere Compoſition ſchlägt **Jacquet** vor, welche aus Colophonium und weißem Wachſe, von jeder Sorte gleich viel, nebſt etwas Terpentin, um das Springen zu verhüten, zuſammengeſetzet iſt. Noch eine andere Miſchung gibt der Abt **Robert** *) an, welche nicht allein weit mehrere Elektricität geben, ſondern auch dieſelbe weit länger erhalten ſoll, als die gewöhnlichen Maſſen, und welche daher auch vorzüglich bey den elektriſchen Lampen ſehr gute Dienſte thun könnte. Sie beſteht aus folgenden Ingredienzien: $\frac{1}{2}$ Unze Pech, 2 Unzen Jungfernwachs, 3 Unzen venediſchen Terpentin, 3 Unzen

*) Eſprit des Journaux 1790; im gothaiſchen Magazin. B. VII. St. 3. S. 87 f.

zen Harz und 10 Unzen Gummilack; man ſchmelzt ſie in einem neuen irdenen Tiegel bey gelindem Feuer zuſammen.

Die Form, in welche der Harzkuchen gegoſſen wird, beſteht aus einer reinen Metallplatte, oder aus einem trocknen Brete mit Stanniol oder Goldpapier oder Silberpapier ganz überzogen. Nur muß die Oberfläche, ſo viel als möglich, recht glatt gemacht, und die Form ganz ohne Ecken und daher vollkommen rund ſeyn. Am Umfange rund herum hat ſie einen Rand von etwa 1 bis 2 Linien Höhe, um das Abfließen der hineingegoſſenen Harzmaſſen zu verhüten. Das eingegoſſene Harz muß mit dem Rande gleich hoch ſtehen, doch dieſer aber unbedeckt bleiben. Die Oberfläche des Harzkuchens muß vollkommen glatt, ohne Riſſe und ohne Blaſen ſeyn, die untere Fläche desſelben aber an die obere Fläche der Form oder des Tellers vollkommen genau anſchließen. Sollten etwa beym Aufgießen der Harzmaſſe Blaſen bleiben, ſo iſt allmahl anzurathen, glühende Platteiſen in Bereitſchaft zu halten, ſie nahe an die Blaſen zu bringen, ohne das Harz zu berühren, um die Blaſen durch die Hitze zu tilgen. Sollten etwa auch nach dem Erkalten des Kuchens Riſſe entſtehen, ſo laſſen ſich auch dieſe durch das Ueberfahren mit einem heißen Eiſen zuſchmelzen. Nach **Roberts** Vorſchlage wird die blecherne Form, in welche die Maſſe gegoſſen wird, vorher erhitzt. Die Dicke des Kuchens darin kann durch ein vorſichtiges Abdrehen von 1 bis zu 4 oder 5 Linien gehen, und die Erfahrung hat gelehret, daß dieſe letztere Dicke die beſten Dienſte thue. Um die Blaſen auf der Oberfläche zu vermindern, läßt **Robert** die Materien ſo langſam ſchmelzen, als es nur möglich iſt; oder man ſchmelzt nach des Herrn Profeſſ. **Voigts** Vorſchlage etwa die Hälfte mehr, als man eigentlich braucht, und gießt nach dem Schmelzen den obern ſchaumigen Theil erſt in ein anderes Gefäß ab, oder, wenn man ſparſam verfahren will, man gießt dieſen Schaum beſonders in die Form, läßt ihn ein wenig erharſchen, und gießt alsdann den ganz blaſenloſen Reſt noch darüber her. Wenn man dem Kuchen

einen

einen ſehr großen Durchmeſſer gibt, ſo erhält man eine bequeme Scheibe zu einer Elektriſirmaſchine, welche ſtatt der ſo koſtbaren Glasſcheiben gebrauchet werden kann.

Was endlich den Deckel betrifft, welcher auch das **Schild**, der **Conduktor**, und wegen der Geſtalt, die man ihm ſonſt gab, die Trommel genannt wird, ſo muß dieſer ein vollkommener iſolirter Leiter ſeyn, welcher abgerundet, und ringsum ein oder ein Paar Zolle ſchmäler als der Harzkuchen ſelbſt iſt; an dieſem muß er aber ganz genau angeſchloſſen, und ſodann davon wieder weggenommen werden können. Man nimmt hierzu entweder eine runde zinnerne Scheibe oder eine runde Platte von trocknem Holze, welche mit Stanniol vollkommen glatt allenthalben überzogen iſt. Um nun dieſen Deckel iſolirt aufheben und aufſetzen zu können, befeſtiget man an der Oberfläche im Umkreiſe drey oder vier ſeidene Schnüren, welche in der Höhe von etwa 10 bis 12 Zoll zuſammengeknüpft werden, oder man kittet in der Mitte eine gläſerne Röhre an, welche überfirnißt wird; dieſer gläſerne Handgriff gewähret noch den Vortheil, daß man den Deckel auch in andere Lagen als die horizontale bringen kann. Der Herr **Robert** nimmt zum Deckel eine Scheibe von Tannenholz mit Stanniol überzogen, welcher mittelſt drey ſeidener Schnüren aufgezogen wird, die **Robert** den gläſernen Handgriffen vorzieht, weil ſie nicht ſo viele Feuchtigkeit annehmen, und auch nicht ſo zerbrechlich ſind, wie die gläſernen Griffe.

Der ganze Elektrophor iſt fig. 33. abgebildet. Nach **Cavallo** *) iſt der Kuchen eine mit einer Compoſition aus gleichen Theilen von Harz, Siegellack und Schwefel überzogene Glasſcheibe, und die Form der Tiſch oder eine zinnerne Scheibe, auf welche der Deckel geleget wird, der Deckel hingegen beſtehet aus einer Metallplatte mit einem gläſernen Handgriffe.

Der

*) Vollſtändige Abhandlung der Lehre der Elektricität. B. I. Leipz. 1797. S. 346.

Der größte, je gebrauchte Elektrophor iſt in Götti[ngen] von dem daſigen Mechanikus **Klindworth** verfer[tiget] worden *). Die Scheibe von Harzcompoſition hatte 7, [der] Deckel 6 pariſer Fuß im Durchmeſſer. Der Deckel [war] maſſiv und wog 76 Pfund, und ward durch einen Flaſc[hen]zug auf und niedergelaſſen, am äußern Rande des Tel[lers], welcher mit Zinnfolie beleget war, befand ſich ein Haken [mit] einer Kette, an deren Ende eine Kugel hing, um eine [Ver]bindung mit dem Deckel dadurch zu bewirken, welche [man] ſonſt mit der Hand macht.

Die Elektricität des Harzkuchens wird durchs Re[iben] mit weichem, neuen Flanell oder mit einem Katzenfelle, [oder] durch Peitſchen mit einem Fuchsſchwanze erwecket. Ein [ſol]cher Harzkuchen behält die entwickelte Elektricität eine [ge]raume Zeit, und wird in ſelbigem am ſtärkſten, wenn [der] Teller nicht iſoliret iſt. Wenn der Teller alſo etwa auf ei[nem] Tiſche oder ſonſt auf einer Unterſtützung ruhet, welche n[icht] genugſam leitete, ſo iſt es vortheilhaft, an ſelbigen e[inen] Metalldraht anzubringen, und ihn mit der Erde in Ver[bin]dung zu bringen. Der auf dieſe Weiſe elektriſirte Har[zku]chen zeigt nun folgende Erſcheinungen:

1. Setzt man den Deckel horizontal auf den Kuchen, [und] hebt ihn hernach an den ſeidenen Schnüren oder an den [glä]ſernen Handgriff ab, ſo zeigt er gar keine Elektricität, w[enn] er außer die Atmosphäre des Harzkuchens gebracht wird.

2. Bringt man den Deckel auf den Harzkuchen, und [be]rühret ihn nun, ſo erhält man einen kleinen aber ſchnei[den]den Funken, und er verliert alle Elektricität, ſo lange er [auf] dem Kuchen liegt. Erhebt man ihn hierauf, bringt [ihn] außer die elektriſche Atmosphäre des Harzkuchens, und [be]rührt ihn dann wieder, ſo erhält man abermahls ei[nen] Funken.

3. Iſt der Elektrophor nicht iſoliret, der Deckel auf [den] Harzkuchen gebracht, und es wird derſelbe mit dem einen,

Fi[nger]

*) Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Na[tur]geſchichte. B. I. St. 2. S. 42.

Form aber mit dem andern Finger berühret, ſo erhält man bey ſtarker Elektricität einen erſchütternden Schlag, wie aus der geladenen Flaſche.

4. Das Verfahren nro. 2 und 3 läßt ſich ſo oft, als man will, wiederhohlen, und der Erfolg iſt immer der nämliche, ohne daß der Kuchen etwas merkliches von ſeiner Elektricität verlieret. Auf dieſe Weiſe kann man bey einer einzigen Reibung des Elektrophors oft Monathe lang elektriſche Funken erhalten. Dieſerwegen heißt auch der Elektrophor ein beſtändiger Elektricitätsträger.

5. Wenn mit dem Deckel, welcher auf den Kuchen geſetzet iſt, ein Elektrometer in leitender Verbindung iſt, ſo zeigt dieſer — E, wenn der Kuchen — E hatte, beſtändig die gleichnahmige Elektricität des Kuchens.

6. Wenn der auf dem Kuchen berührte Deckel außer die Atmosphäre des Kuchens gebracht wird, ſo zeigt er alsdann + E, wenn der Kuchen — E hatte; immer die entgegengeſetzte Elektricität des Kuchens.

7. Wird die Baſis iſoliret, ſo erhält man bey Berührung des Deckels einen ſtechenden Funken, wenn er auf den Kuchen iſt geleget worden; jedoch iſt dieſer Funke nicht ſo ſtark, als wenn die Baſis nicht iſoliret iſt; berühret man den Deckel und die Form zugleich, ſo bekommt man ebenfalls, wie bey der nicht iſolirten Baſis, einen Erſchütterungsfunken.

8. Wenn nach dieſen Berührungen nro. 7. der Deckel in die Höhe gehoben wird, ſo zeiget nicht allein dieſer, ſondern auch die Form Elektricität, und zwar jener + E, und dieſe — E, wenn der Kuchen — E hatte, alle Mahl der Deckel die entgegengeſetzte, die Form aber die gleichnahmige Elektricität des Kuchens.

9. Wenn der in der Höhe berührte Deckel zum zweyten Mahle auf den Kuchen geſetzet wird, nachdem man das erſte Mahl die Form und den Deckel zugleich berühret hatte, ſo bekommt man bey der zweyten ähnlichen Berührung einen ſchwachen Erſchütterungsfunken, oder auch gar keinen.

10. Wenn der Deckel nach gehöriger Berührung auf d
Kuchen in die Höhe gehoben, und nun, ohne ihn zu ber
ren, zum andern Mahl niedergelaſſen wird, ſo ſind in al
Fällen Form und Deckel ganz tod und zeigen gar kein Me
mahl einer Elektricität.

Aus dieſen Erſcheinungen läßt es ſich leicht begreifen, d
der Deckel durch Aufſetzung auf den Kuchen und durchs A
nehmen von demſelben eben dieſe Dienſte leiſte, wie
elektriſirte Conduktor an der Maſchine, nur mit der größ
Unbequemlichkeit, daß der Deckel bey der Berührung in
Luft ſeine Elektricität verlieret, und erſt wieder neue dur
Auſſetzen und Abnehmen von dem Kuchen erhält. Es l
ſich alſo mittelſt eines Elektrophors eben ſo gut, als wie m
der Elektriſirmaſchine die leidner Flaſche laden. Iſt näml
die äußere Belegung der Fläche nicht iſoliret, oder mit ein
leitenden Körper in Verbindung; ſo bringt man den iſolir
Deckel nach dem Abnehmen von dem Kuchen an den Kn
des mit der innern Belegung der leidner Flaſche in Verbi
dung ſtehenden leitenden Drahtes; wiederhohlet man di
Arbeit, ſo kann dadurch die Flaſche ſtark mit Elektricität g
laden werden. Auch läßt ſich die Flaſche durch das Elekt
phor auf entgegengeſetzte Art laden, wenn man die Flaſ
am Knopfe hält, und den Funken des Deckels in die äuß
Belegung übergehen läßt. Vermittelſt einer geladenen F
ſche läßt ſich auch die Elektricität eines Elektrophors verſt
ken; ſoll nämlich der Elektrophor mehr — E erhalten,
ſtellt man die an der innern Belegung mit + E gelade
Flaſche auf den Kuchen, faßt ſie oben beym Knopfe an, u
führt ſie ſo auf dem Kuchen hin und her; ſoll aber der K
chen noch mehr + E erhalten, ſo fährt man mit dem Knop
der Flaſche auf dem Kuchen herum, indem man ſie bey ih
äußern Belegung anfaßt.

Man kann auch die Elektricität des Elektrophors ung
mein dadurch verſtärken, wenn diejenige Perſon, welche d
Reiben unternimmt, indeſſen auf einem iſolirten Geſte
durch eine Elektriſirmaſchine poſitiv elektriſiret wird.

H

Herr Schäffer *) führet an, daß er mit dem Elektrophor ſehr ſonderbare Verſuche angeſtellet habe, woraus zu erhellen ſcheine, daß bey der Elektricität ein elektriſcher Magnetismus Statt finde. Es ſollte eine über den Mittelpunkt des Elektrophors aufgehängte Glocke in eine Schwungbewegung von Norden nach Süden kommen; hienge hingegen ſelbige zur Seite des Elektrophors, ſo ſolle dieſe Bewegung nach dem Mittelpunkte gerichtet ſeyn. Es müſſe jedoch die Schnur, woran der ſchwingende Körper hange, von einer dazu geſchickten Perſon berühret oder gehalten werden. Selbſt alles, was man auf dem Harzkuchen lege, nehme dieſe Eigenſchaft an, und bringe darüber gehaltene Körper zum Schwingen u. ſ. w. Alle dieſe Verſuche gelängen aber nicht jedermann, ihm aber allezeit, auch denen, welche er berühre u. ſ. f. Sie haben ſich aber auf keinen Fall beſtätiget, und ſind daher keines Weges geſchickt, allgemein geltende Folgen daraus zu ziehen.

Alle dieſe angeführten Erſcheinungen laſſen ſich ſehr glücklich aus den elektriſchen Atmosphären herleiten, und dienen zugleich, die Geſetze der Elektricität ins Licht zu ſetzen. Daß hier eigentlich keine Mittheilung der Elektricität Statt findet, läßt ſich leicht daraus begreifen, weil bey glatten Oberflächen leitender Körper auch in der Berührung mit elektriſirten Körpern kein Uebergang von Elektricität durch Mittheilung ſo leicht geſchiehet. Nach dem frankliniſchen Syſteme laſſen ſich die elektriſchen Phänomene des Elektrophors auf folgende Art erklären: ein jeder geriebene Elektrophor iſt mit ſeinem darauf liegenden Deckel als eine geladene und belegte Flaſche oder Glastafel zu betrachten, und verhält ſich ganz wie dieſe. Wird nämlich der Harzkuchen gerieben oder gepeitſcht, ſo wird er negativ elektriſiret, d. h. es wird ihm von ſeiner natürlichen Elektricität entzogen. Weil

*) Abbildung und Beſchreibung des beſtändigen Elektricitätsträgers. Regensb. 1776. 4. Fernere Verſuche mit dem beſt. Elekt. Regensb. 1777. 4.

Weil nun die Wirkungen der elektriſchen Anziehung, o
die elektriſchen Wirkungskreiſe auf keine Weiſe durch dün
Nichtleiter aufgehalten werden (m. ſ. **Elektricität**),
ſtrebt die Elektricität der Schüſſel, welche als die unt
Belegung der Harztafel zu betrachten iſt, dieſen Mangel
erſetzen, und zieht daher aus den berührenden Leitern verhä
nißmäßig ſo viele elektriſche Materie an, als die ob
Fläche verlieret. Es wird alſo in dieſem Falle die Schü
poſitiv elektriſiret, und die abſtoßende Kraft dieſer daſel
angehäuften elektriſchen Materie verſtattet die Entziehu
derſelben von dem Harzkuchen. Wenn nun der leite
Deckel iſolirt auf den Kuchen geleget wird, ſo ſucht die
türliche elektriſche Materie desſelben in den negativ elektri
ten Kuchen überzuſtrömen, und es entſteht im Deckel Elek
cität durch Vertheilung, es wird alſo die untere Fläche
ſitiv, während die obere Fläche negativ iſt. Nimmt m
nun den Deckel, ohne ihn zu berühren, wieder weg, ſo g
alles in den vorigen natürlichen Zuſtand zurück, und
Deckel kann keine Elek ricität zeigen; wird er hingegen
dem Kuchen mit dem Finger berühret, ſo entſteht
Funke, weil ſich aus dem berührenden Finger elektriſche M
terie in die negative obere Fläche des Deckels ergießt;
dann aber iſt alle Elektricität vorbey. Wird jedoch nun
Deckel iſolirt aufgehoben, ſo iſt er poſitiv elektriſiret, n
ſich die auf der untern Fläche vorher angehäufte elektri
Materie über die Oberfläche des ganzen Deckels verbrei
und bereits die obere Fläche desſelben den Mangel der elek
ſchen Materie durch den berührenden Finger erſetzet
Berühret man die Form und den Deckel zugleich, ſo k
nun die Form ihre angehäufte elektriſche Materie fahren
ſen, welche ſich in die obere Fläche des Deckels gleichförm
ergießt; die Anziehung der negativen Fläche des Kuch
kann nun freyer auf die natürliche elektriſche Materie
Deckels wirken, und ſie nach ſeiner untern Fläche zieh
Man ſieht alſo leicht ein, warum man in einem ſolc
Falle einen Erſchütterungsfunken erhält. Iſt die Baſis

li

liret, ſo wird durch die poſitive Elektricität der Form die negative der obern Fläche des Kuchens in ihrer Thätigkeit gehemmt, und daher iſt die negative Elektricität der obern Fläche des Deckels nur ſchwach. Berührt man hingegen die iſolirte Form und den aufliegenden Deckel, ſo wird man aus eben dem Grunde, wie bey der nicht iſolirten Form, einen Erſchütterungsfunken erhalten. Wenn der auf dem Kuchen gelegte Deckel berühret, nachher aufgehoben, und zum zweyten Mahle unberührt wieder auf den Kuchen gebracht wird, ſo muß nothwendig alle poſitive Elektricität desſelben verſchwinden.

Nach dem dualiſtiſchen Syſteme iſt die Erklärung folgende: wird der Harzkuchen gerieben oder gepeitſcht, ſo wird ſein natürliches — E auf der Oberfläche frey, und zeigt daher auch — E. Setzt man nun den Deckel auf dieſen mit — E elektriſirten Kuchen, ſo ſtößt dieſes — E das — E des Deckels nach der obern Seite desſelben fort, und zieht dagegen + E an, und bindet ſelbiges. Hebt man den Deckel, ohne ihn zu berühren, wieder vom Kuchen weg, ſo verbindet ſich nun das zurückgetretene — E mit dem + E, und es entſteht dadurch wieder das vorige Gleichgewicht, und es kann daher der Deckel keine Elektricität zeigen. Wird aber der Deckel auf dem Kuchen liegend berühret, ſo ſättiget ſich das zurückſtoßende — E mit dem + E des Fingers, und es entſteht ein Funke; und es wird nun + E — E = o, d. h. der Deckel zeigt nun, ſo lange er auf dem Kuchen liegen bleibt, keine Elektricität; hebt man aber den Deckel ab, und bringt ihn außer den Wirkungskreis des Kuchens, ſo wird ſein von dem — E des Kuchens gebundenes + E frey, und gibt daher bey Berührung des Fingers einen Funken, indem es ſich mit dem — E des Fingers ſättiget. Wird der Deckel von neuem auf den Harzkuchen gebracht, ſo wird das — E desſelben zurückgeſtoßen, indem das — E des Kuchens das + E des Deckels anziehet. Dadurch kann nun aber das — E des Kuchens nicht mehr ſo viel durch das Reiben an die andere Fläche des Kuchens zu-

rückgetretenes + E binden, daher ſtößt dieſes das freygewordene + E der Form zurück. Wird nun der Deckel und die Form zugleich berühret, ſo geht das + E der Form und das — E des Deckels in einander über, ſättigen ſich, und geben einen erſchütternden Schlag. Weil der Kuchen dem Deckel keine Elektricität mittheilet, ſo iſt es auch leicht zu begreifen, daß der Harzkuchen durch Elektriſirung des Deckels in ſeiner elektriſchen Kraft nicht geſchwächt werde. Iſt die Baſis des Elektrophors iſoliret, ſo kann nun die Form kein + E abgeben; demnach bindet dieſes einen Theil — E in dem Harzkuchen, und ſchwächt dadurch die Wirkung ſeiner Atmoſphäre. Bringt man alsdann den Deckel auf den Kuchen, ſo kann das noch übrige freye — E des Kuchens allein nicht ſo viel — E des Deckels zurückſtoßen, und der ſelbigem genäherte Finger wird nur einen geringern Funken geben, als wenn die Baſis nicht iſolirt iſt. Berührt man aber den Deckel und die Form zugleich, ſo entbindet ſich das + E der Form und das — E des Deckels, ſättigen ſich und geben einen wie wohl ſchwächer erſchütternden Funken, als bey uniſolirter Baſis. Wird nach dieſen Berührungen der Deckel in die Höhe gezogen, ſo wird das vom — E des Kuchens gebundene + E frey, uud gibt poſitive Elektricität; dieß — E des Kuchens aber zieht nun + E von der andern Seite des Kuchens an, und das dadurch an dieſer Seite frey gewordene — E ſtößt das — E in der Form zurück, welche iſolirt iſt, und zeigt ſich daher als freyes — E. Wenn aber der Deckel, ohne berührt zu werden, niedergelaſſen wird, ſo kehrt es in den vorigen Zuſtand zurück, und man bemerkt daher gar keine Elektricität.

Bald nach Bekanntmachung des Elektrophors wurden die Erſcheinungen des Elektrophors aus den Geſetzen der Atmoſphären hergeleitet, und **Ingenhouß** *) ſuchte alles dem

*) Philoſ. transact. Vol. LXVIII. P. II. n. 48. überſ. in d. Leipz. Sammlungen zur Phyſ. und Naturg. B. II. St. 5. S. 515.

dem franklinischen, hingegen **Wilke** α) und andere dem dualiſtiſchen Syſtem gemäß zu erklären. Weil aber die **ingenhouſsiſche** Erklärung beſonders in Anſehung der Wirkung der Form noch einige Schwierigkeiten zurück ließ, ſo bemühete ſich der Herr Prof. **Winkler** dieſe zu heben. Einen Abriß von der Theorie des Prof. Winklers gibt der Abbe **Empain** β). Wird nämlich nach dieſer Theorie der Deckel in die Atmosphäre des geriebenen Kuchens gebracht, ſo verbreitet ſich auf der Oberfläche desſelben die elektriſche Materie, erreicht aber, ſelbſt bey unmittelbarer Berührung zwiſchen dem Deckel und Kuchen alsdann erſt ihr Großes, wenn der Deckel mit einem nicht iſolirten Leiter berühret wird. Dieſes wird durch einen Verſuch mit einem auf den Deckel geſetzten Elektrometer bewieſen, und alſo erkläret: iſt der Kuchen in einem poſitiven Zuſtande, ſo wird die elektriſche Materie im Deckel durch die abſtoßende Kraft der im Kuchen angehäuften elektriſchen Materie an die entfernteſten Stellen des Deckels zurückgetrieben, wegen der nicht leitenden Kraft der umgebenden Luft häuft ſie ſich alſo daſelbſt an, wirkt auf die im Kuchen befindliche elektriſche Materie zurück, und ſchwächt dadurch die abſtoßende Kraft im Kuchen. Die Berührung mit einem Leiter aber verſchaft der elektriſchen Materie einen freyen Durchgang zur Erde; ſo bald ſie abgeführet iſt, widerſteht ſie der abſtoßenden Kraft der im Kuchen befindlichen elektriſchen Materie nicht mehr, daher zeigt ſich nun letztere wirkſamer. Iſt hingegen der Kuchen negativ elektriſiret, ſo wird nun die elektriſche Materie des Deckels nach dem Kuchen hingelockt, bleibt aber ebenfalls an der Fläche des Deckels angehäuft, behält jedoch immer ein Beſtreben nach den entfernteſten Stellen zurückzugehen; dadurch wird aber die anziehende Kraft des Kuchens gewißer Maßen geſchwächt. Bringt man

α) Unterſuchung der bey Herrn Volta's eletroforo perpetuo vorkommenden Erſcheinungen in den ſchwediſch. Abhandl. B. 39. S. 54. 116. u. 120.

β) Eſprit des Journeaux Fevr. 1788. im gothaiſchen Magazin. B. V. St. 3. S. 110. f.

man hingegen einen Leiter an den Deckel, ſo geht elektriſche Materie an die entfernteſten Stellen des Deckels zurück, häuft ſich daſelbſt an, ſo daß nun die anziehende Kraft des Kuchens ſich wirkſamer zeigen muß.

Kömmt alsdann noch eine Urſache hinzu, welche der Wirkung des Kuchens auf die Form entgegengeſetzet iſt, ſo wird ſich die Kraft der elektriſchen Materie im Kuchen allein gegen den Deckel wirkſam erweiſen. Eine ſolche Urſache entſtehet, wenn bey Iſolirung des Elektrophors die Form mit einem Leiter in Verbindung iſt. Iſt alſo der Elektrophor nicht iſolirt, ſo iſt dieſe Urſache beſtändig ſchon vorhanden. Um aber hier die Einwendung zu entfernen, daß die Wirkung des Kuchens durch die Berührung eines Leiters mit dem Deckel ſtärker werde, bey der Form aber gerade das Gegentheil erfolge, wird nun gezeigt, was in der Form vorgehe. So bald der Kuchen gerieben und die untere Seite negativ wird, ſo drängt ſich die elektriſche Materie der Form gegen den Kuchen hin, und es entſteht auf der Außenſeite der Form ein Vacuum, welches ſich wieder mit elektriſcher Materie aus den berührenden Leitern anfüllt. Es hat folglich die Form im Ganzen mehr elektriſche Materie, als im natürlichen Zuſtande. Wird aber der Deckel aufgeſetzet, ſo wird ein Theil der Wirkſamkeit des Kuchens auf dieſen verwendet. Berührt man hierauf den Deckel mit der Hand, ſo wird nun die Wirkung des Kuchens auf den Deckel noch größer; hingegen wenn man den Finger der Form nähert, ſo thut die in ſelbiger befindliche elektriſche Materie einen gewißen Widerſtand, und es wird daher die Materie des Kuchens genöthiget, ihre Wirkſamkeit beynahe gänzlich nach dem Deckel hin zu lenken. (Noch weit natürlicher dem frankliniſchen Syſtem gemäß erkläret ſich dieſe Erſcheinung ſo: bey der Annäherung des Fingers, welcher im natürlichen Zuſtande weniger elektriſche Materie beſitzet, als die Form in eben benanntem Falle, ſucht ſich daher ein Theil der elektriſchen Materie der Form in den nahe gebrachten Finger zu ergießen, um das geſtörte Gleichgewicht herzuſtellen; dadurch

durch iſt aber auch nothwendig das Gleichgewicht zwiſchen dem Deckel und Kuchen aufgehoben, und es iſt eben ſo viel, als wenn der Kuchen einen größeren Mangel an elektriſcher Materie erlitten hätte, folglich wird ſich nun auch mehr elektriſche Materie des Deckels gegen die untere Fläche desſelben hinlenken, und es gewinnt daher das Anſehen, als wenn nun der Kuchen ſtärker auf den Deckel wirke). Da alſo der Kuchen nicht mehr auf die Form wirkt, ſo gibt dieſe den überflüſſigen Theil der elektriſchen Materie auf den Finger ab. Auf dieſe Weiſe erkläret ſich der poſitive Funken, welchen die Form gibt, wenn der Deckel auf dem Kuchen ſich befindet. Wird der Deckel abgehoben, ſo iſt nun die Wirkſamkeit ganz allein gegen die Form gerichtet, zieht, wenn er negativ iſt, die elektriſche Materie der Form an ſich, und bewirket dadurch an der Außenſeite derſelben ein Vacuum. Dieſe Wirkung des Kuchens wird erleichtert, wenn die Form mit einem Leiter verbunden iſt, weil die natürliche Elektricität der Form ſich mit Schwierigkeit in einem Theile anhäufen kann, wenn das dadurch entſtehende Vacuum nicht aus andern Leitern erſetzet wird. Dieß iſt die Erklärung des negativen Funken, wenn der Deckel abgehoben wird.

Wenn der Deckel allein, ohne die Form zu berühren, auf dem Kuchen berühret wird, ſo wird zwar die Wirkſamkeit des Kuchens auf dem Deckel gereizt, allein es iſt noch keine Urſache vorhanden, welche die Wirkſamkeit des Kuchens auf die Form abhält. Wird hingegen die Form und der Deckel zugleich berühret, ſo wirkt nun der Kuchen mit der ganzen Kraft auf den Deckel allein, und es muß folglich der Funke ſtärker werden.

Herr **Aubert**, Profeſſor der Phyſik zu Autun, hat einen Glaselektrophor vorgeſchlagen *), welcher aus einer viereckigen Glastafel von etwa 12 Quadratzoll Fläche beſteht. Dieſe Glastafel wird an eine metalliſche Unterlage befeſtiget,

 und

*) Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus d. Phyſ. u. Naturg. B. V. St. 3. S. 96 f.

und ihre obere Fläche mit einer metallenen Scheibe oder auch mit einem Stück Pappe, über welches dünnes Bley iſt gezogen worden, in einer kreisförmigen Richtung gerieben. Dieſe Scheibe oder Pappe beſitzet, wie gewöhnlich der Deckel, drey ſeidene Schnüren, womit er von der Glastafel abgehoben werden kann. Wird der Deckel wirklich iſolirt von der Glasſcheibe abgehoben, ſo erhält man einen Funken. Um nun dergleichen noch mehrere zu bekommen, wird der Deckel von neuen auf die Glastafel gebracht, beyde metallene Belegungen berühret, und hierauf der Deckel abgehoben. Bey dieſem Glaselektrophor hat Herr **Aubert** gefunden, daß die Funken weit ſtärker wurden, wenn vor dem Abheben des Deckels beyde Belegungen zugleich berühret wurden. Er glaubte dieſen Umſtand neu entdeckt zu haben; allein der Abbe **Empain** hat in dem vorerwähnten Aufſatze gezeiget, daß dieß keines Weges, ſo wie überhaupt der Glaselektrophor keine neue Entdeckung ſey. Bey dieſer Gelegenheit beſchuldiget **Aubert** der **ingenhouſziſchen** Erklärung verſchiedener Unrichtigkeiten, und tadelt vorzüglich die Vergleichung des Elektrophors mit der leidner Flaſche. Dagegen vertheidiget der Abbe **Empain** die **ingenhouſziſche** Erklärung, und trägt eben zu dieſer Abſicht die **winkleriſche** Theorie vor. **Auberts** Einwendungen ſind von gar keiner Erheblichkeit, und ſeine dagegen geſetzte Erklärungen beruhen auf falſchen Principien.

Nachher hat **Aubert** *) noch verſchiedene andere Verſuche mit ſeidenen, wollenen, linnenen und papiernen ſogenannten **Halbelektrophoren** bekannt gemacht, worunter er halbleitende Körper verſteht, welche auf beyden Seiten belegt ſind. Die Belegungen können aber nach Gefallen abgenommen werden, um das Werkzeug wie einen Elektrophor zu gebrauchen. Die wollenen, ſeidenen, linnenen und papiernen Elektrophore beſtehen aus verſchiedenen über einander

*) Journal de phyſique Sept. 1771. auch im gothaiſchen Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturg. B. VIII. St. 2. S. 36 u. f.

ander gelegten Stücken Zeug, Leinwand, Bogen Papier u.d.g. Seine Verſuche ſchränken ſich vorzüglich auf ſolche Elektrophore ein, bey welchen beyde Belegungen beweglich ſind, und welche aus mehreren über einander gelegten Schichten beſtehen, die man trennen kann, und denen er den beſondern Nahmen der **Coelektrophoren** gibt. Die dazu gebrauchten halbleitenden Körper müſſen erhitzt werden, indem ſie ſonſt wenig oder gar keine Elektricität zeigen. Bey verſchiedenen über einander liegenden Papierbogen und dergleichen, wechſeln poſitive und negative Elektricität beſtändig ſo ab, daß alle Mahl die nicht geriebene Fläche die entgegengeſetzte von der gegenüber befindlichen hat.

Herr **de Lüc** *) erkläret nach ſeiner Theorie die Erſcheinungen des Elektrophors auf folgende Art: eine geriebene Harzfläche verliert dadurch elektriſches Fluidum, weil der reibende Körper ſich leichter des durchs Reiben in Bewegung geſetzten Fluidums bemächtiget, und weil der kleine Ueberſchuß, welchen er empfängt, durch die Hand des Experimentators in den Boden überſtrömet. Durch dieſen Verluſt geht auch fortleitendes Fluidum verloren, welches aber aus der entgegengeſetzten Fläche ſogleich erſetzet wird. Hierdurch wird nun aber der Widerſtand des elektriſchen Fluidums der letztern Fläche gegen das elektriſche Fluidum des Bodens weit geringer, und iſt daher in Stand geſetzet, mehr elektriſches Fluidum aus dem Boden anzunehmen, welches ſich an ihr deſto mehr verdichtet, je länger ihr durch fortgeſetztes Reiben an der Oberfläche fortleitendes Fluidum entzogen wird. Die Grenze dieſer entgegengeſetzten Veränderungen liegt in dem Widerſtande der geriebenen Fläche, über eine gewiſſe Menge fortleitendes Fluidum dem reibenden Körper abzutreten, und die Dauer derſelben rührt daher, weil ſelbſt nach aufgehörtem Reiben dieſe Fläche ſehr ſchwer das elektriſche Fluidum wieder annimmt. Denn das elektriſche Fluidum, welches ſich auf der entgegengeſetzten Fläche des Harzkuchens angehäuft hat, theilt jener ſein fortleitendes Fluidum

*) Neue Ideen über die Meteorologie Th. I. S. 214. ſ. 300.

mit, und bringt dem elektriſchen Fluidum, welches ihr noch übrig bleibt, eine Vermehrung der ausdehnenden Kraft mit, welcher Umſtand nicht nur während des Reibens dazu beyträgt, daß ſie elektriſches Fluidum verlieret, ſondern auch hinwiederum vermittelt, daß die entgegengeſetzte Fläche, ob ſie gleich mit dem Boden in Verbindung ſtehet, das elektriſche Fluidum, welches ſie erhalten hat, nicht verlieren kann. So wird alſo ſelbſt die Urſache dieſer entgegengeſetzten Modificationen zweyer Oberflächen einer nicht leitenden Platte die Urſache ihrer Dauer, obgleich dieſe Oberflächen mit Leitern verbunden ſind.

Hieraus ſieht man, warum die nicht leitende Schicht eines Elektrophors ſo dünn als möglich ſeyn muß, und warum ſelbſt, wenn ſie eine große Dicke hat, das Reiben auf der Oberfläche faſt gar keine Wirkung hervorbringt. Denn weil die erſte kleine Wirkung, welche man durchs Reiben hervorgebracht hat, ſich nicht auf der entgegengeſetzten Fläche wegen ihrer Entfernung verſpüren läßt, ſo folgt auch keine andere, und ſie ſelbſt wird bald durch Berührung mit Leitern zerſtört. Je dünner folglich die nicht leitende Schicht iſt, deſto mehr erlangt und erhält der Elektrophor ſeine Kraft. Herr **de Lüc** machte daher eine nicht leitende Platte von gutem Siegellack, welche im Durchmeſſer einen Fuß hatte, die Dicke aber nur die eines Kartenblattes betrug, deren elektrophoriſche Wirkungen er ſehr groß fand.

Der elektriſche Zuſtand, worein man eine nicht leitende Platte verſetzt hat, indem man die eine ihrer Oberflächen reibt, während die andere auf einer leitenden Subſtanz ruhet, welche mit dem Boden in Verbindung ſtehet, iſt eben derſelbe, worin ſie verbleibt, wenn man ſie wie die kleiſtiſche Platte geladen und dann entladen hat. Durch das Laden häuft man eine gewiſſe Menge elektriſcher Materie auf eine Seite, und entzieht der andern faſt eine gleiche Menge dieſer Materie. Beym Entladen gibt die Fläche, welche den Ueberſchuß hat, nicht alles der Belegung wieder, weil die entgegengeſetzte Fläche einen Theil fortleitenden

Flui-

Fluidums beſitzet, weches das neue elektriſche Fluidum gleichſam mitgebracht hatte; und umgekehrt, dieſer Antheil an fortleitenden Fluidum, welchen die Fläche beſitzet, wo das elektriſche Fluidum vermindert iſt, verhindert den völligen Zutritt dieſes Fluidums.

Wenn man auf die beyden Seiten der nicht leitenden Platte mit Elektrometern verſehene Belegungen anbringt, ſo wird man bey ihnen eine ſchwache Bewegung verſpüren. Zuweilen bewegen ſie ſich beyde, ein ander Mahl nur eins, und bald das auf der poſitiven, bald das auf der negativen Seite. Wenn die Platte geladen geweſen iſt, ſo iſt gemeiniglich die Bewegung auf der poſitiven Seite. Iſt ſie hingegen gerieben worden, ſo wird die elektrometriſche Bewegung auf der poſitiven Seite ſeyn, wenn die Platte von Glas, und auf der negativen, wenn ſie aus einer harzigen Subſtanz iſt. Wenn ſich beyde Elektrometer bewegen, ſo geſchiehet dieß bey dem einen aus der Urſache, weil diejenige Seite des Elektrophors, welche mit ſeiner Belegung verbunden iſt, dieſer letztern etwas fortleitendes Fluidum verſchafft, und dadurch ihre ausdehnende Kraft vermehret, und bey dem Elektrometer auf der andern Belegung erfolgt es aus der entgegengeſetzten Urſache.

Die beyden Elektrometer mögen nun durch ihre Bewegung Veränderungen in dem Grade der ausdehnenden Kraft des ihren Belegungen zugehörigen elektriſchen Fluidums anzeigen, oder ſich um eines bewegen, ſo zeigt, ſo bald man die eine oder andere Belegung in Verbindung mit dem Boden bringt, ihr Elektrometer nur den Zuſtand des Bodens an, und alle elektrometriſche Bewegung hat auf der entgegengeſetzten Seite Statt; wenn man hernach die Belegung auf dieſer Seite berühret, ſo geht die elektrometriſche Bewegung auf die andere. Wenn man ſie auf dieſe Art wechſelsweiſe von einer Seite zur andern bringt, ſo ſieht man ſie allmählig bis auf einen gewiſſen Punct abnehmen. Sind die Elektrometer empfindlich genug, um den kleinſten Grad des Unterſchiedes in der ausdehnenden Kraft des elektriſchen Flui-

Fluidums zwiſchen den Belegungen und dem Boden anzuzeigen, ſo dauert dieſe Operation ſehr lange, und wenn dieſe Abwechſelungen nicht geſchwind erfolgen, ſo bringt man nur von einer Seite zur andern eine kleine Bewegung, welche nicht mehr abnimmt. Man kann aber jedes elektrometriſche Zeichen in dem Apparate aufhören machen, wenn man die beyden Belegungen auf ein Mahl berühret. Man nehme z. B. den Fall an, daß ſich im Anfange der Operation beyde Elektrometer bewegen. Wird nun die erſte von dieſen Belegungen berührt, ſo verliert ſich etwas von ihrem elektriſchen Fluidum, welches in den Boden übergehet, und ihr Elektrometer kömmt zur Ruhe, welches ein Zeichen des Gleichgewichtes mit dem Boden iſt. Wenn nun auf dieſe Weiſe der Ueberſchuß an fortleitenden Fluidum von dieſer poſitiven Seite des Elektrophors genommen iſt, ſo erſetzt er nicht mehr den Mangel, welcher ſich auf der negativen Seite befindet, und die Veränderung der ausdehnenden Kraft, welche daraus in dem elektriſchen Fluidum der Belegung auf dieſer letztern Seite entſpringt, wird ſogleich durch eine vermehrte Bewegung ihres Elektrometers angezeigt. Wenn man alsdann dieſe Belegung berühret, ſo nimmt ſie zuerſt von dem Boden eine gewiſſe Menge von elektriſchem Fluidum an, und das Gleichgewicht ſtellt ſich wieder her. Hierauf raubt alſo dieſe Seite des Elektrophors kein fortleitendes Fluidum mehr von der andern Seite; und das elektriſche Fluidum auf dieſer andern iſt zwar ſchon viel dünner als das in dem Boden, überwiegt daſſelbe aber von neuen an ausdehnender Kraft, welches das Elektrometer ſogleich anzieht. In dieſem Zuſtande wird eine zweyte Berührung der Belegung auf der poſitiven Seite ihr eine zweyte Menge vom elektriſchen Fluidum nehmen, welches aufs neue die ausdehnende Kraft des elektriſchen Fluidums auf der negativen Seite vermindern wird. Durch dieſe abwechſelnden Operationen wird immer mehr der Verluſt des elektriſchen Fluidums in der Belegung der poſitiven Seite der nicht leitenden Platte, und eben ſo der Gewinn auf der entgegengeſetzten

Bele-

Belegung vermehret. Nach und nach werden aber dieſe Wirkungen kleiner, und durch das gleichſeitige Berühren beyder Flächen werden ſie ganz verſchwinden. Die Urſache dieſer Abnahme iſt folgende; wenn die Belegung auf der poſitiven Seite des Elektrophors zuerſt eine Menge von elektriſchen Fluidum durch den Boden verloren hat; ſo läßt ſich der Verluſt, welchen ſie auf dieſe Weiſe an ihrem Ueberſchuß an fortleitenden Fluidum erlitten, nicht gänzlich in der entgegengeſetzten Belegung verſpüren, d. h. er vermehret nicht verhältnißmäßig den Mangel an fortleitenden Fluidum auf der andern Seite wegen ihres Abſtandes. Eben ſo auch, wenn der Mangel an fortleitenden Fluidum, welcher gleichwohl dadurch in der Belegung dieſer negativen Seite des Elektrophors zugenommen, ſich durch neues elektriſches Fluidum, welches aus dem Boden kömmt, erſetzt, ſo bleibt dieß neue fortleitende Fluidum an Menge etwas größer auf der Seite, welche es annimmt. Daher nähert ſich jede Belegung, welche nach und nach im Gleichgewicht mit dem Boden geſetzet iſt, immer mehr einem beſtändigen Gleichgewichte mit ihm, in den gegenſeitig abnehmenden Modificationen der andern Belegung, welches dieſen ſucceſſiven Wirkungen Grenzen ſetzet. Aus eben dieſer Urſache hat die ganze Wirkung eines gleichzeitigen Berührens Grenzen, indem bey demſelben die hervorgebrachte Wirkung als eine ſchnelle Aufeinanderfolge der beſchriebenen abwechſelnden Wirkungen anzuſehen iſt. Dieſe Folge bemerkt man durchs Gehör und Geſicht, wenn man zum Elektrophor eine kürzlich entladene kleiſtiſche Platte gebrauchet, deren Wirkungen gewöhnlich die, welche das bloße Reiben einer Seite hervorbringt, übertreffen. Wenn man nun gleichzeitig die beyden Belegungen eines ſolchen Elektrophors berühret, ſo hört man ein ziemlich lebhaftes Kniſtern, und wenn es dunkel iſt, ſieht man zwiſchen jeder Belegung und der nicht leitenden Platte ein flatterndes Licht, welches von dem Zuſtrömen des fortleitenden Fluidums von der Belegung, welche ſich ladet, zu der, welche ſich entladet, herrühret: dieſes Zuſtrömen geſchieht unmittelbar durch die

nicht

nicht leitende Platte zwiſchen den Punkten der beyden
gungen, wo das Gleichgewicht am ſtärkſten unterbroch

Lichtenbergiſche Figuren.

Wenn man elektriſchen Scheiben, als Harzſcheiben,
darauf geſetzte metalliſche oder andere elektriſirte leitende
per Elektricität mittheilet, und ſodann die nicht leitend
ktriſirte Oberfläche der elektriſchen Scheiben mit Harzſ
oder mit Bärlappſamen u. d. g. bepudert, ſo bildet dieſe
ſelbiger gewiſſe Figuren, welche bey aller ihrer Unord
dennoch eine regelmäßige Geſtalt haben, und theils wie S
theils wie Ringe ohne Strahlen ausſehen, nachdem die
getheilte Elektricität entweder poſitiv oder negativ iſt.
Hofrath **Lichtenberg** *), welcher dieſe Figuren zuerſt
decket hat, hat ſie abbilden laſſen, und zugleich den Vorſ
gethan, weitere Verſuche darüber anzuſtellen. Er
ſchloß, daß die Theile der Fläche, an welche ſich der S
ſetzt, + E, und diejenigen, welche er unbedeckt läßt,
hätten. Nachher haben einige Naturforſcher über dieſe
tige Entdeckung ſehr ſcharfſinnige Unterſuchungen angeſ
welche hier angemerkt zu werden verdienen.

Herr **de Lüc** β) hat viele Verſuche auf verſchieden
geänderte Art angeſtellt, um daraus zu ſehen, welcher
änderungen dieſe Figuren unterworfen wären. Die Pl
welche er dazu gebrauchte, waren ſehr dünne Glasplatten
ſchwarzem Siegellack überzogen, welches auf ſie geſieb
geſchmolzen wird. Die mehreſten Platten, welche e
brauchte, ſind mit dieſem Lack auf beyden Seiten bedeckt
dere nur auf einer Seite, und noch andere ſind zwar au
den Seiten bedeckt, haben aber leere Stellen den bed
gegenüber. Die leeren Stellen ſind zu Verſuchen mit
Glaſe ſelbſt beſtimmt, und das Siegellack auf der entg

ge

*) De noua methodo, naturam ac motum fluidi electrici inueſt
in nov. comment. ſociet. Gott. Tom. VIII. ad an. 1777. I
den comment. ſociet. Gott. claſſ. math. T. I. ad an. 1778.

β) Neue Ideen über die Meteorologie. S. 390. §. 493 u. f.

geſetzten Seite dienet nur, den Figuren einen ſchwarzen Grund zu geben. Dieſe Platten kann man ſehr lange gebrauchen, und wenn man die Verſuche wiederhohlen oder abändern will, ſo braucht man nur das Lack am Feuer zu erweichen, um die vorigen Figuren ganz wegzubringen. Dieſe Glasplatten werden in horizontaler Lage von zwey überfirnißten Glasarmen getragen, welche auf einem iſolirenden Fuße ſtehen. Ueber dieſem Fuße erhebt ſich ein Stab, auf welchem ſich ein anderer gläſerner Arm herumdrehet, deſſen Ende einen leitenden Körper trägt, wodurch die nicht leitende Platte elektriſiret wird; es kann dieſer Arm auch verlängert und verkürzet werden, durch welche Vorrichtung man den leitenden Körper, zu welchem Theile der Platte man will, bringen kann. Ein anderer iſolirender Fuß trägt einen gleichen leitenden Körper an dem Ende eines andern ähnlichen Armes, welchen man von unten an jede Stelle der Glasplatte bringen kann, ſo daß der eine leitende Körper dem andern gegenüber ſtehet. Ein dritter aber leitender Fuß endlich trägt einen beweglichen Arm, wodurch eine leitende Verbindung an der unteren Seite mit dem Boden veranſtaltet werden kann. Die beyden leitenden Körper können übrigens mancherley Geſtalten haben, wenn ſie nur von hinlänglicher Höhe ſind, damit der Knopf einer leidner Flaſche, wodurch man ſie elektriſiret, der Platte nicht zu nahe komme. Herr **de Lüc** hat ſie etwa von 1½ Zoll gebraucht. Was ihre Baſis anbetrifft, womit ſie auf der nicht leitenden Platte ruhen, ſo kömmt es in Abſicht der Wirkungen, die ſie bey den Verſuchen zeigen, auf ihre verſchiedene Form an. Herr **de Lüc** gebrauchte vorzüglich folgende: 1. bloße Spitzen, welche an dem einen Ende eine Kugel hatten, um den Funken zu erregen; 2. bloße gerade Platten, welche oben gleichfalls eine kleine Kugel beſaßen; 3. gerade einander parallele Platten, in geringer Entfernung; 4. zirkelförmige Platten, und 5. Körper mit flacher Baſis. Mit dieſen 5 verſchiedenen Formen von paarweiſe leitenden Körpern hat Herr **de Lüc** die Verſuche verſchiedentlich abgeändert. Die ſchönſten Figuren, welche die

poſitive

poſitive Elektriſirung hervorbringt, erhält man, wenn der leitende Körper eine Röhre von 1 Zoll Durchmeſſer zur Baſis hat.

Dieſe Paare von leitenden Körpern ſind als bewegliche Belegungen einer kleiſtiſchen Platte zu betrachten, und laden und entladen die nicht leitende Platte. Herr **de Lüc** theilt zuerſt acht Abwechſelungen in den Verſuchen mit, welche er mit den fünf Körpern anſtellte, und fand bey jeder charakteriſtiſche Verſchiedenheiten in den ſo wohl poſitiven als auch negativen Figuren. Bey fünf Verſchiedenen Leitern kann man alſo 80 verſchiedene Figuren erhalten, bey welchen es zuweilen zufällige Unterſchiede gibt, welche vorzüglich von größerer oder geringerer Genauigkeit in Berührung der Körper mit der Platte oder in ihrer Entgegenſtellung herrühren. Damit man aber dieſe zufälligen Unterſchiede mit den charakteriſtiſchen nicht verwechſele, ſo iſt es anzurathen, größere Platten von etwa 6 Zoll im Quadrate zu wählen, um ein und die nämliche Operation an verſchiedenen Stellen zu wiederhohlen, und ſo die daher entſtandenen Figuren mit einander zu vergleichen. Man kann auch dieſe Verſuche noch auf zwey Arten abändern, indem man das obere der Platte ſogleich pudert, nachdem man den Funken gegeben hat, oder indem man die Platte noch vor dem Funkengeben pudert. Obgleich Herr **de Lüc** alle dieſe verſchiedenen Abwechſelungen und noch mehrere bey ſeinen Verſuchen durchgegangen iſt, um gewiſſe Charaktere der Figuren zu entwickeln, ſo hat er ſie doch bey weiten noch nicht alle begreifen können.

Des Herrn **Lichtenbergs** Vermuthung, daß die Theile der nicht leitenden Oberfläche, wo der Harzſtaub ſich anſetzt, poſitiv, und welche er unbedeckt läßt, negativ ſey, wurde von Herrn **Cavallo** dadurch zu einer größern Gewißheit gebracht, indem er zeigt, daß der Harzſtaub durch das Reiben, welches er beym Durchgehen durch die Leinwand erleidet, negativ wird, und Herr **de Lüc** hat hiervon bey ſeinen Verſuchen einen indirekten Beweis gefunden:

als

als er nämlich lockere Leinwand gebrauchte, wobey der Harzſtaub weniger Reibung erlitt, waren die Figuren weit regelloſer, wurden aber ſehr ſchön, wenn man ſtark ſchütteln mußte, um den Staub durchzutreiben. Dieſe Erſcheinungen aber zeigen nicht einzig den Zuſtand der bepuderten Oberfläche an, weil der Funken ſie nicht allein modificiret hat, und die beyden Flächen der Platte einander ſo nahe ſind, daß ſie immer gemeinſchaftlich auf den Staub wirken, daher ſeine Lage durch beyde Zuſtände beſtimmt wird. Es ſetzt ſich alſo nicht auf die Theile der nicht leitenden Oberfläche, welche die meiſte elektriſche Materie beſitzen, der Staub im größten Ueberfluſſe an, ſondern auf die, wo die Anhäufung davon am wenigſten durch eine Beraubung der entgegengeſetzten Seite aufgehoben wird. Um hierbey gewiß zu gehen, bereitete ſich Herr **de Lüc** eine Platte von ſchwarzem Siegellack zu, welche groß genug war, um als kleiſtiſche Platte zu dienen; nachdem er ſie nun geladen hatte, ſo bepuderte er ſie von beyden Seiten. Die von den Belegungen bedeckten Theile zeigten nur ein verwirrtes Gewölk, mit kleinen Sternen auf der poſitiven Seite, und kleinen Flecken wie Perlen auf der negativen durchſtreuet. Eben dieſelben Gewölke mit bloßen zufälligen Veränderungen in ihrer Form äußerten ſich, wenn er nach der Entladung puderte, und es fanden ſich nur einige kleine Sterne auf der negativen Seite, und einige Perlen auf der poſitiven. Eben dieſelben Erſcheinungen nun hat er in den Theilen der Figuren bemerket, welche der leitende Körper wirklich berühret hatte, ob ſie gleich nur einen kleinen Raum einnahmen.

Der erſte allgemeine Charakter bey dieſen Figuren beſteht in negativen mit poſitiven eingefaßten Streifen, welche mehr oder weniger zahlreich ſind nach der Gattung der Figuren, und welche den Umriſſen der Stellen, die die Körper auf der Platte eingenommen haben, folgen. Wenn man bloß den Knopf einer Flaſche gegen die Platte hält, und ſie, nachdem er zurückgezogen iſt, pudert, ſo hat man

nur einen ſchwärzlichen, und folglich negativen Flecken, welcher mit einem poſitiven Gewölk umfaßt iſt. Wenn aber die beyden leitenden Körper auf die Platte geſetzet werden, und man den Knopf dem obern leitenden Körper, ohne einen Funken zu geben, genähert hat, ſo findet man den ſchwarzen Grund ſchon durchſchnitten.

Nach Herrn **de Lüc's** Syſtem läßt ſich hiervon folgende Erklärung geben: wenn der Knopf der Flaſche dem leitenden Körper genähert wird, ſo erhält das elektriſche Fluidum des letztern mehr ausdehnende Kraft, verbreitet ſich in Strahlen über die Platte, und bildet eine kleine poſitive Einfaſſung um die Baſis des leitenden Körpers. Dieſes Fluidum vermehret dadurch den negativen Zuſtand der Platte um ſich herum, und bildet eine erſte Zone, welche mehr negativ als der Grund iſt; um dieſe herum häuft ſich wieder ein Theil der elektriſchen Materie an, welche auf der Platte hingeſchlüpft iſt, und bildet eine zweyte poſitive Einfaſſung u.ſ.w. Die elektriſche Materie, welche die Einfaſſung auf der obern Fläche bildet, wirket auf den Staub der andern Seite der Platte, und bringt hier ähnliche Einfaſſungen in umgekehrter Ordnung hervor. In dem Maße, wie ſich der Knopf nähert, bilden ſich neue Durchſchnitte auf dem erſten negativen Grunde. Der darauf ausfahrende Funken veranlaßt neue Schnitte, und endlich bringen die verſchiedenen Methoden die leitenden Körper wegzunehmen, eine neue Ordnung von Schnitten hervor, welche gewiſſe auszeichnende Charaktere führet.

Die Charaktere, welche die poſitiven Figuren von den negativen unterſcheiden, beſtehen vorzüglich darin, daß die letztern in den meiſten Fällen nur von dem Verrücken der eigenen elektriſchen Materie der Platte herrühren, welches in concentriſchen Zonen geſchiehet; ſtatt daß die poſitiven Figuren das Gepräge von neuem zu der Platte gekommenen Fluidum an ſich tragen, und ausſchließende Strahlen darſtellen, welche den poſitiven Figuren ihre Schönheit und den unterſcheidenden Charakter geben.

Aus

Aus den leitenden Körpern fahren auch Strahlen auf eine gewiſſe Höhe aus, welche die Platte in einiger Entfernung zu berühren anfangen, und ſich von da in Strahlen, wie man die Strahlen abzubilden pfleget, ausbreiten. Da wo ſie die Einfaſſung ſtreifen, ohne ſie zu berühren, iſt ihr Durchgang durch ſchwarze Striche auf der Einfaſſung angezeigt, weil das fortleitende Fluidum dieſer Strahlen die unter ihnen befindliche elektriſche Materie verrückt; wenn ſie aber die Einfaſſung berühren, ſo machen ſie ſie dichter. Jenſeits der Einfaſſung geſchiehet der größte Niederfall dieſer Strahlen, und ſie dehnen ſich hier in Gruppen aus, indem ſie ſich auf die ſchönſte Weiſe in Aeſte theilen. Dieſe langen Strahlen ſind oft durchſchnitten, man nimmt aber ihren Zug auf der Platte gewahr; denn überall, wo ſie dieſelbe nicht berühret haben, verrücken ſie die elektriſche Materie unter ihnen; daher ſind die Striche, welche ihren Gang bezeichnen, abwechſelnd ſchwarz und weiß. Es bilden alſo dieſe Strahlen gleichſam Sprünge auf der Platte, welche ſich oft ſehr weit erſtrecken. Die Faden dieſer Strahlen, welche noch elektriſche Materie jenſeits der Grenzen der gewöhnlichen Figur abſetzen, ſind meiſtens gabelförmig, und theilen ſich in dem Punkte des Niederfallens in zwey oder drey kleine Aeſte. Alle die weißen Züge ſind mit Schwarz eingefaßt, und alle ſchwarze Züge mit ſchwachem Weiß. Dieſes zeigt neues Verrücken der elektriſchen Materie auf dem urſprünglichen negativen Grunde an. Dieß auf der Oberfläche der Platte zerſtreuete elektriſche Fluidum verurſachet auch neues Verrücken der elektriſchen Materie auf der entgegengeſetzten Fläche, woraus neue ſchwarze mit weißem Gewölk eingefaßte Felder entſtehen, welches von der poſitiven Einwirkung der obern Strahlenmaſſen durch die Platte hindurch herrühret. Sind die leitenden Körper zirkelförmige oder parallele Platten, ſo werden die Strahlen, welche aus einer Seite in die andere gehen, ſich auf ihrem Wege krümmen, zertheilen und an ihren Enden verdicken, woraus blätterichte Ramificationen entſtehen.

Wenn nach dem Funken der obere leitende Körper an ſeinem Glasarme weggenommen wird, ſo leiden die Figuren faſt gar keine Veränderung; wenn aber der leitende Körper noch vor dem Wegnehmen berühret wird, ſo wird der mittlere Raum der Figuren, ſowohl oben als unten, etwa auf einen halben Zoll von den beyden leitenden Körpern ſehr ſonderbar verändert. Wenn man den obern leitenden Körper berühret, da indeſſen der untere mit dem Boden in Verbindung iſt, ſo entladet man die Theile der Platte, auf welchen die leitenden Körper unmittelbar liegen. Oben begibt ſich das elektriſche Fluidum aus dieſem Theile der Platte zu dem leitenden Körper, welchen man berühret; unten geht es aus dem Boden in den andern leitenden Körper über. Dadurch bilden ſich zwey verſchiedene Gattungen von figurirten Borten, welche die Mitte zwiſchen den beyden Figuren um die Stellen herum, wo die leitenden Körper waren, einnehmen. Es iſt dieſes weißes Laubwerk auf ſchwarzem Grunde, oder ſchwarzes Laubwerk mit weißen Zierathen auf weißem Grunde, und was noch ſonderbarer iſt, ſo haben verſchiedene Theile derſelben Zone beyde Charaktere.

Eben dieſe Figuren finden bey der kleiſtiſchen Platte um ihre Belegungen herum Statt, ſo wohl auf der negativen als poſitiven Seite, wenn man ſie bis zum Kniſtern ladet. Freywillige Entladungen laſſen weiße Strahlen zurück, welche ſo gerade und enge als die Zähne eines feinen Kammes unter einem rechten Winkel zu beyden Seiten des Ganges, welchen der Funke nahm, ausfahren, und ein großes negatives Feld, welches durch den Wirkungskreis hervorgebracht iſt, durchſtreichen.

Hieraus ſucht nun Herr de Lüc die vorzüglichſten Sätze ſeiner Theorie ſichtbar darzuthun: die nicht leitenden Subſtanzen halten die elektriſche Materie, welche mit ihnen in Berührung kömmt, ſtark an ſich, ſie figiren ſie ſogar an den Punkten, die ſie berührt, und alle Verrückungen, welche ſie hier durch fremde Urſachen erleidet, ſind dauerhaft; daher rühren die Figuren ſelbſt und ihre Dauer her. Die elektri-

ſche Materie hat nur in großer Nähe ein Beſtreben zu den Nichtleitern, indem ein Strom von elektriſchen Fluidum ſehr nahe an der Platte vorbeyſtreichen und Unterbrechungen machen kann, ohne ihr anzuhängen. Das fortleitende Fluidum aber neigt ſich zu den nicht leitenden Subſtanzen, wie gegen jede andere Subſtanz, und verdrängt auch hier die elektriſche Materie, welches die poſitiven Einfaſſungen der negativen Theile der Figuren beweiſen, ſo wie alle Umſtände, welche die Bildung dieſer letzten begleiten. Auf die elektriſche Materie allein beziehen ſich die elektriſchen Bewegungen, welches aus dem Beſtreben des negativ gewordenen Harzſtaubes zu allen Theilen der Platte, wo die elektriſche Materie angehäuft worden, zu ſehen iſt. So bald endlich das elektriſche Fluidum frey iſt, beweget es ſich in gerader Linie, welches die ſtrahlige Richtung der äußern Züge der poſitiven Figuren beweiſet.

Das Glas hat kein ſo ſtarkes Vermögen, die elektriſche Materie an ſich zu halten, wie das Siegellack. Wenn die Glasplatten unmittelbar nach der Operation gepudert wurden, ſo waren die Figuren des Lacks und des Glaſes wenig verſchieden, je länger man aber mit dem Pudern ſäumte, deſto unordentlicher wurden ſie auf dem Glaſe, und bildeten am Ende nur verworrenes Gewölk.

Das elektriſche Fluidum ſetzt ſich an nicht leitende Flächen ſtoßweiſe, wie etwa die Luft in eine umgekehrte mit Waſſer angefüllte Flaſche dringt, und verläßt ſie auch wieder auf eben dieſe Weiſe. Bringt man eine nicht leitende Platte auf eine mit dem Boden verbundene leitende Fläche, ſtreicht frey mit dem Knopfe einer geladenen Flaſche darüber, und pudert ſie hernach, ſo ſieht man ſtatt eines ſimpeln Zuges eine Figur, wie einen jungen Zweig vom Lerchenbaume, eine Reihe regelmäßiger Büſche, welche vom Zuge ausgehen. Wenn die Flaſche negativ geladen iſt, ſo ſieht man eine Art von Paternoſter mit weit aus einanderſtehenden Körnern. Je ſchneller man den Knopf der Flaſche beweget hat, deſto weiter ſtehen die Büſche und Körner von einander. Dieß

vom Herrn Hofrath **Lichtenberg** zuerſt bemerkte Phä-
men zeigt dem Auge Abſätze in dem Uebergange des ele
ſchen Fluidums. Die Ladung muß jederzeit zu einem ge
ſen Grade kommen, um auf der Platte Wirkungen her
zubringen, ſo wie die Luft in einer umgekehrten Bouteille
wiſſermaßen verdünnt ſeyn muß, damit die äußere Luft d
die ausfließende Flüſſigkeit dringe. Dieſe Abſätze ſind a
die Urſache, der man das Schwingen der Kugel des Elek
meters während der Ladung der Platte oder der leidner Fla
zuſchreibt.

Aus dieſen Betrachtungen des Herrn **de Lüc** wird m
einſehen, daß alle dieſe Erſcheinungen gar keinen Beweis
das Daſeyn zwey verſchiedener elektriſcher Materien ab
ben, ſondern daß ſie vielmehr alle ſehr genugthuend aus
Annahme einer einzigen elektriſchen Materie erkläret wer
können, ob mich gleich das Syſtem des Herrn **de Lüc**
keine Weiſe befriediget, wie ich bereits ſchon unter dem
tickel Elektricität (Theil I. S. 925.) meine Meinung
dieſem Syſteme kurz angeführet habe.

Die Herrn **Paets van Trooſtwyck** und **Kray-
hoff** *) haben ſogar die lichtenbergiſchen Figuren als ei
direkten Beweis von der Richtigkeit des franklinſch
Syſtems zu benutzen geſucht. Zu ihren Verſuchen ha
ſie ſich runder Scheiben aus gleichen Theilen von Harz
ſchwarzem Siegellack von 4 bis 5 Zoll Durchmeſſer und
Zoll Dicke bedienet, und dieſelben mit Hexenmehl be
dert. Zugleich geben ſie den Rath, bey einem jeden V
ſuche auf die Scheibe zu blaſen, um den Samen, welc
nicht haftet, und folglich zum Verſuche nicht gehöret, w
zuſchaffen, und ſo den Figuren mehr Sicherheit und De
lichkeit zu geben. Dieſe Scheiben zu elektriſiren, nahm
ſie eine leidner Flaſche von 44 Quadratzoll Belegung,

*) Verhandeling over zeekere onderſcheedene Figuuren, welken d
de beede Soorten van Electriciteet woorden voordgebragt,
Allg. Magaz. und überſetzt in den leipziger Sammlungen
Phyſik und Naturgeſchichte. B. IV. St. 4. 1790. S. 357 u.

ren Knopf ⅔ Zoll im Durchmeſſer hatte; zuweilen aber auch eine kleinere Kugel, und zu andern Verſuchen ſtatt derſelben eine Spitze.

Wenn mit der Mitte einer Lackſcheibe, welche iſoliret war, der Knopf einer poſitiv geladenen Flaſche berührt und ſelbige nachher bepudert wurde, ſo bildete der Bärlapp einen Stern mit Strahlen, welche von dem durch die Flaſche berührten Punkte ausgingen. War hingegen die Flaſche negativ geladen, ſo entſtanden ein, zwey oder mehrere runde Flecken. Auf der andern Seite der Lackſcheibe konnte durchs Pudern keine Figur erhalten werden. Wurde aber während des Berührens der Flaſche die andere Seite der Scheibe mit einem leitenden Körper verbunden, welcher nach dem Berühren weggenommen wurde, und hierauf beyde Seiten der Lackſcheibe bepudert wurden, ſo entſtand an der Seite, welche die Flaſche berühret hatte, ein Stern, deſſen Strahlen jedoch nicht aus einem Punkte, ſondern aus einem gefüllten Kreiſe ausgingen, und an der andern Seite einige runde Flecken, deren mittelſter mit jenem Kreiſe eine gleiche Größe hatte. Bey der negativ geladenen Flaſche waren die Flecke auf der berührten, der Stern auf der andern Seite jedoch mit kürzern, dünnern, gebogenen und ſich durchkreuzenden Strahlen. Wurde an der Flaſche ſtatt des Knopfes ein rundes Metallplättchen, und an der andern Seite der Lackſcheibe ein gleich großes mit leitenden Körpern verbundenes Metallplättchen angebracht, und hierauf eben ſo, wie angegeben worden, verfahren, ſo entſtand ein gefüllter Kreis mit auseinanderfahrenden Strahlen, und auf der andern Seite ebenfalls ein ſolcher mit runden Flecken, oft auch um denſelben ein Ring, worauf ſich kein Bärlapp anſetzte. Bey negativ geladener Flaſche waren dieſe Figuren verwechſelt, und die Strahlen waren kürzer und gekrümmter. Lagen die Metallplättchen an der Scheibe nicht ganz an, ſo bildeten ſich in dem gefüllten Kreiſe auf der poſitiven Seite kleine Sterne, auf der negativen aber kleine Flecken, wie Perlen.

Alle dieſe Figuren konnten noch durchs Berühren mit einer geriebenen Glasröhre oder Siegellackſtange, oder auch einer iſolirten Perſon, welche Glas oder Siegellack gerieben hatte, hervorgebracht werden. Auch wenn der Knopf einer nicht ſtark geladenen Flaſche auf der Fläche der Scheibe, als ob man ſchreiben wollte, herumgeführet wurde, erhielt man dieſe Figuren, und beſonders bey der poſitiv geladenen Flaſche Züge mit ausfahrenden Strahlen, bey einer negativ geladenen aber Reihen von perlenartigen Flecken.

Dieſe Erſcheinungen ſuchen nun die Herrn **Paets van Trooſtwyck** und **Krayenhoff** nach dem frankliniſchen Syſtem zu erklären. Ob nun wohl gleich die meiſten ihrer Verſuche bloße Thatſachen beweiſen, von deren Wahrheit gar kein Zweifel Statt findet, und ganz unabhängig von allen Syſtemen ſind, mithin bey jeder dieſen Thatſachen angepaßten Hypotheſe erkläret werden können, ſo iſt doch das frankliniſche Syſtem, welches dieſe Figuren nicht nur mit aller gehörigen Leichtigkeit, ſondern auch alle übrige elektriſche Phänomene hinlänglich erkläret, allen andern Syſtemen vorzuziehen. Selbſt folgender Verſuch ſcheint auf die Einheit einer elektriſchen Materie hinzuweiſen. Wenn man eine leidner Flaſche an den Conduktor der Maſchine hängt, und ihre äußere Belegung durch einen Draht mit der auf Leitern liegenden Lackſcheibe verbindet, ſo läßt ſich die Flaſche in etwas laden, indem die Scheibe aus den Leitern einige Elektricität annehmen aber auch abgeben kann. Nimmt man hierauf nach dem Laden den Draht mit einem iſolirten Handgriffe ab, und bepudert die Scheibe, ſo ſieht man bey poſitiver Ladung Strahlen, bey negativer nur einen einzigen runden Fleck. Dieſer Fleck und die ſchwächere Ladung, welche die Flaſche in dieſem Falle erhält, werden ſehr leicht ſo erkläret, daß der Lackſcheibe mehr elektriſche Materie gegeben als genommen werden kann, weil die Theilchen wohl genöthiget werden können, ſich aus einem Punkte über die widerſtehende Fläche der Scheibe zu verbreiten, nicht aber umge-

kehrt,

kehrt, ſich von allen Theilen der Scheibe her in einen Punkt zu ſammeln.

Herr **Cavallo** *) hat ſich ebenfalls mit dieſem Gegenſtande beſchäftiget, und verſchiedene merkwürdige Verſuche angegeben. Es iſt bereits ſchon oben angemerket worden, daß die verſchiedenen Geſtalten der Figuren aus der durchs Beuteln erregten Reibung des Staubes herrührten. Um ſich hiervon mehr zu überzeugen, iſolirte Herr **Cavallo** eine Meſſingplatte auf einem gläſernen Stativ, und verband ſie mit einem ſehr empfindlichen Elektrometer. Darauf fing er an, Harzſtaub darauf zu ſtäuben, und nach wenigen Sekunden ging das Elektrometer mit einem merklichen Grade negativer Elektricität aus einander, gerade ſo wie er erwartet hatte. Denn ſobald der Harzſtaub wirklich negativ elektriſch iſt, ſo kann er auch nur von den Theilen des Elektrophors, die ſich in einem entgegengeſetzten, d. i. poſitiv elektriſchen Zuſtande, befinden, angezogen werden. Zugleich führt Herr **Cavallo** an, daß dieſe Entdeckung ſelbſt eine Methode an die Hand gebe, die urſprüngliche Elektricität im Staube zu erregen. Dieſe Methode iſt folgende: man iſolire eine Metallplatte auf einem elektriſchen Stativ, und verbinde ſie mit einem Korkkugelelektrometer; alsdann laſſe man den Staub, mit welchem man den Verſuch anſtellen will, aus einem Löffel oder etwas dergleichen von einer Höhe von etwa 6 Zoll nach und nach auf die Platte fallen. Auf dieſe Art zeigt ſich die Elektricität, welche der Staub angenommen und der Metallplatte und dem Elektrometer mitgetheilet hat, durch das Auseinandergehen der Fäden, und man kann ihre Beſchaffenheit auf die gewöhnliche Art unterſuchen. Um das Pulver bequem auf die Scheibe zu bringen, gibt er folgendes Verfahren an: man befeſtige an den Hals einer kleinen Flaſche von elaſtiſchem Harz eine Röhre von Glas, Holz oder Metall, bringe das Pulver, womit man den

*) Vollſtändige Abhandlung der Lehre der Elektricität. B. II. Leipz. 1797. S. 1 u. f.

den Verſuch machen will, in die Flaſche, und binde dann über die Oeffnung der Röhre ein doppeltes Stück Flanell. Hält man nun die ſo zugerichtete Flaſche mit der Hand, und druckt ſie, ſo daß man die Hand bald auf- bald zumacht, ſo wird das Pulver ſehr fein herumgeſtreuet werden.

Ein jeder Körper, welcher ſich nur fein genug pulveriſiren läßt, wird einige Figuren bilden, wenn man ihn auf einen elektriſirten Körper ſtreuet. So kann man Kalk, Schwefel, Zinnober, Harz, Drachenblut, arabiſches Gummi, verdunſtete Aufgüſſe von Farbehölzern und mehrere andere Körper entweder allein, oder vermiſcht zu dieſer Abſicht gebrauchen.

Auch Herr **Karl Kortum** *) in Warſchau hat dergleichen Verſuche angeſtellet, und beſonders viel Mühe angewendet, die Elektricität verſchiedener Pulver durch verſchiedene Siebe zu unterſuchen. Hierbey bediente er ſich **Bennets** Elektrometer, nur mußte die Luft weder zu feucht noch zu trocken ſeyn. Wenn das Hygrometer des Herrn de Sauſſüre auf 78° ſteht, ſo zeigt die Divergenz der Goldblättchen oft ſchon nicht mehr den wahren, ſondern den entgegengeſetzten Zuſtand des Pulvers an; bey 90° iſt dieß Elektrometer ganz unbrauchbar, indem die geringe Elektricität eben ſo geſchwind ab- als zugeleitet wird. Bey allzutrockener Luft hingegen, wo ſich die Feuchtigkeit der Atmosphäre oft unter 54° reduciret, wird der Glascylinder, oder der Fuß desſelben allzuleicht elektriſch, wodurch alsdann die verlangten Reſultate ebenfalls unrichtig werden. Das letztere bewirken auch iſolirende Siebe, weil dieſe oft ſtärker entgegengeſetzt elektriſch werden, als das durchgeſiebte elektriſche Pulver, mithin oft, wenn ſie zu nahe über das Elektrometer kommen, eine Divergenz der Goldblättchen hervorbringen.

Durch Hülfe dieſes Inſtrumentes unterſuchte er mehrere Pulver durch Siebe von verſchiedenen Materien. Eine Verglei-

*) Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. X. St. 2. S. 1.

Vergleichung der auf dieſe Art erhaltenen Reſultate gab folgende merkwürdige elektriſche Verhältniſſe:

1. Die feſten luftſauern Alkalien werden durch alle Siebe + E elektriſch.

2. Dagegen alle kryſtalliniſchen Säuren — E.

3. Eben ſo die Vitriole, Schwefel und erdige Mittelſalze, die kalkigen ausgenommen.

4. Auf die Beſtimmung des elektriſchen Geſchlechtes der meiſten Neutralſalze und ſalzartigen Miſchungen hat das Sieb Einfluß; einige behalten jedoch ihre eigene Elektricität unveränderlich.

5. Reine luftſaure Kalkerde erhält durch alle Siebe + E.

6. Alle übrige Erden — E.

7. Die kalkartigen Miſchungen verhalten ſich wie die ſalzartigen n. 4. Die Gemiſche aller andern Erden wie n. 6.

8. Metalliſche Kalke ſind in dem Falle von n. 4.

9. Vegetabiliſche Pulver ſind den Einflüſſen von n. 4. unterworfen; Harze ausgenommen, die alle — E erhalten.

10. Der Unterſchied des Leitungsvermögens zwiſchen Pulver und Sieb beſtimmt zwar in den meiſten Fällen die Stärke der producirten Elektricität, aber bey weiten nicht in allen.

Die n. 1. und 2. bemerkte generiſche Verſchiedenheit der elektriſchen Produkte von Alkalien und Säuren, ſo wie das eigenthümliche Verhalten der Kalkerde führen Herr **Kortum** auf die Vermuthung, daß beym Senſibelwerden vom elektriſchen Fluidum noch außer dem mechaniſchen Reiße ein chemiſches Agens wirkſam ſey. Dadurch werde nun entweder die Bindung beyder neutraliſirten Elektricitäten getrennt, oder dieß Fluidum ſey überhaupt kein permanenter Stoff, ſondern immer ein neu gebildetes, und eben ſo wohl zerſetzbares Produkt.

Herr **Kortum** hat ſeiner Abhandlung noch ein Verzeichniß der Körper, welche er durch verſchiedene Siebe prüfte, und der auf dieſe Art erhaltenen Reſultate angehängt, welches ich hier ebenfalls beyfügen will. Die Buchſtaben

ſtaben ff, f, m, p, pp bedeuten ſehr ſtark, ſtark, mittelmäßig, ſchwach, ſehr ſchwach.

	Die Siebe waren von				
	Silber	Mouſſelin	Taffet weiß	Taffet ſchwarz	Haaren
Mineralalkali, luftſaures	f +	f +	m +	f +	f +
Feſtes Pflanzenalk., luftſaures	f +	f +	m +	f +	m +
Sedativſalz	f —	f —	m —	f —	f —
Zuckerſäure	f —	f —	f —	ſ —	f —
Zitronenſäure	f —	f —	f —	f —	f —
Sal eſſentiale tartari	f —	f —	f —	f —	f —
Cubiſcher Salpeter	f —	f —	m —	m —	f —
Küchenſalz	f +	f +	f +	f +	m +
Glauberſalz	f +	m —	m —	m —	f —
Borax	ff +	f —	f —	f —	f —
Sal ſeignette	p +	m —	m —	m —	m —
Tartarus vitriolatus	f +	m —	m —	f —	m —
Salpeter	f +	f +	p +	p +	p +
Digeſtivſalz	f +	m +	m +	p —	f +
Tartarus tartariſatus	f +	f +	p —	m —	m +
Tartarus ſolubilis	f —	f —	f —	f —	f —
Salmiak	f —	m —	m —	f —	m —
Carlsbader Salz	m +	m +	m +	m +	f +
Bitterſalz	f —	m —	m —	f —	f —
Alaun	ff —	f —	f —	f —	f —
Weißer Zucker, Candiszucker	ff —	f —	f —	f —	ff —
Milchzucker	f +	m —	p +	m +	f —
Eiſen, Kupfer, Zinkvitriol	ff —	f —	f —	ff —	f —
Hornſilber	f —	f —	f —	f —	f —
Grünſpan, deſtillirter	f +	m —	m —	m —	f —
Bleyweiß	m —	f —	f —	f —	ff —
Maſſicot	m —	m —	p —	p —	m —
Lithargyrium	m —	f —	m +	f +	f —

Minium

	Die Siebe waren von				
	Silber	Mouſſe-lin	Taffet weiß	Taffet ſchwarz	Haaren
Minium eine Sorte	m —	f +	m +	f —	ff —
—— zwey andere	f —	f —	f —	f —	f —
Kaßler Gelb	m —	f —	f —	f —	f —
Braunſchweiger Grün	f —	f —	f —	f —	f —
Zinnaſche					
Aethiops martialis	m +	m +	p +	p +	pp +
Crocus Martis	f —	m —	m —	f —	f —
Blaue Smalte	p —	m —	p —	m —	p —
Flores Zinci	m —	m +	p +	m +	f —
Magiſterium Bismuthi	m —	m —	m —	m —	f —
Bleyzucker	m +	m +	p +	m +	p +
Zinnober	f —	f —	f —	f —	f —
Braunſtein	m —	p —	p —	p —	p —
Aurum muſſiv., Bronze	p —	p —	m —	p +	pp —
—— —— grünlich	p —	m +	f +	f +	p +
—— —— weiß	m +	f +	m +	m +	f +
Stangenſchwefel und Schwefelblumen	f —	f —	f —	f —	m —
Gepulverter Quarzkryſtall roh und gebrannt	f —	f —	f —	f —	f —
Magneſia	f —	m —	p —	p —	f —
Schwererde	f —	f —	p —	m —	f —
Alaunerde	p —	p —	p —	p —	m —
Kalkerde, luftſaure	f +	f +	f +	f +	f +
Krebsſteine	f +	m +	f +	f +	m +
Kreide, rohe	f —	f —	m —	f —	f —
—— gebrannt	f +	m —	m +	m +	m —
Carrara Marmor, roher	m —	m —	m +	m +	m +
—— —— halb gebrannt	f +	f —	m +	f +	m +
Flußſpath, weißer	f +	f +	m +	f +	f +
Florentiner Alabaſter, roh	f +	m +	m +	m +	m +

Blätte-

	Die Siebe waren von				
	Silber	Mouſſelin	Taffet weiß	Taffet ſchwarz	Haaren
Blätterichter Gyps, roh und gebrannt	f +	f —	f —	f —	f —
Gebrannter Thon	f —	f —	f —	f —	f —
Bergblau und Berggrün	m —	m —	f —	f —	f —
Umbra	f —	f —	f —	f —	f —
Geſchlämmte Holz- und Beinaſche	f —	f —	f —	f —	f —
Bimſtein	p —	f —	p —	p —	f —
Schwerſpath	f —	m —	m —	m —	f —
Glaspulver	f —	m —	p p +	p +	p +
Bernſtein	f —	f —	f —	f —	f —
Gagat	f —	f —	f —	f —	f —
Gummilac, Copal, Drachenblut	f f —	f —	f —	f —	f —
Siegellack alle Farben	f —	f —	f —	f —	f —
Gummi Gutta	m —	m —	p —	p —	m +
Gummi Arabicum	f —	f —	f —	f —	f —
Zimmt	m +	p —	p —	p —	p —
Pfeffer	m +	m +	p +	p —	m +
China	f —	m —	p —	m —	f —
Rhabarbara	f —	f —	m —	m —	f —
Curcuma	m +	m —	m —	m —	m —
Indigo	f —	f —	m —	m —	f —
Galläpfel	f f —	f —	f —	f —	f —
Bärlappſamen	p p —	p —	m —	m —	p p —
Weitzenmehl	f +	f +	m +	f +	f +
Haarpuder	f —	m —	f +	f +	f —
Saftgrün	f —	f —	f —	f —	f —
Os ſepiae	m —	m —	p +	m +	p p —
Rohe Platina, die der Magnet nicht ziehet	o	p p —	p —	p —	p —

M. ſ. **Cavallo** vollſtändige Abhandlung der Lehre von der Elektricität. 2 Bände. Leipzig 1797. B. I. S. 348. und B. II. S. 1 u. f.

Elektro-

Elektrophor, doppelter, iſt eine vom Herrn Hofrath **Lichtenberg** angegebene Einrichtung des Elektrophors, um beyde Elektricitäten, die poſitive und negative, bequem bey einander zu haben.

Es wird ein Bret von Lindenholz etwa 2 Fuß lang, 1 Fuß breit und 1 Zoll dick genommen, und dasſelbe entweder mit Stanniol oder Goldpapier u. d. g. überzogen, ſo daß auch der äußere Rand beleget iſt. Um dieſes belegte Bret wird ein Rand von dünnem Holzſpan mittelſt metallener Nägel, welche bis in die Belegung hineingehen, befeſtiget, welche etwa 2½ Linien über das Bretchen hervorraget. Dieß Bret, welches auf dieſe Weiſe die Geſtalt einer Schüſſel hat, wird mit einer Harzcompoſition ausgefüllt. Der Deckel hierzu hat etwa 10 Zoll im Durchmeſſer. Hierauf wird nun die eine Stelle (fig. 34.) a mit Katzen- oder Haſenbalge, oder auch mit Flanell gerieben, wodurch ſie negativ elektriſiret wird, wogegen aber der aufgeſetzte und berührte Deckel die poſitive Elektricität erhält. Auf die andere Seite b wird nun ein meſſingener Ring geſtellt, welcher etwa 1 Zoll im Durchmeſſer und dieſelbe Höhe hat; auf dieſen wird der auf der Stelle geweſene und berührte Deckel gebracht, wodurch die Stelle des Harzkuchens, welche der Ring berühret, poſitive Elektricität erhält. Nach dieſer Verrichtung wird der Ring mittelſt eines Nichtleiters als einer Stange Siegellack, einer Glasſäule, eines Federkiels u. ſ. f. ein wenig aus ſeiner vorigen Lage verſchoben, ſo daß derſelbe etwa nach acht Verrichtungen über den ganzen Raum b gekommen iſt, worauf er ganz abgenommen wird. Dadurch iſt nun b poſitiv geworden, mithin erlangt der auf b gelegte und berührte Deckel die negative Elektricität. Hieraus ſieht man alſo, daß beyde Elektricitäten ſich nun neben einander befinden, und auf bequeme Art benutzt werden können. Die Stelle a macht den Deckel poſitiv, und b denſelben negativ. Mit dieſer negativen Elektricität kann a noch ſtärker negativ gemacht werden, wenn man den meſſingenen Ring auf a ſtellt, und mit dem von b aufgehobenen

Deckel

Deckel einen Funken daraus ziehet. Auf dieſe Weiſe kann auch b noch ſtärker poſitiv gemacht werden. Hieraus ſieht man deutlich, daß auf ſolche wechſelſeitige Art beyde Stellen a und b einen beträchtlichen Grad von Elektricität erlangen können.

M. ſ. Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. I. St. 2. S. 42. u. f.

Elementarfeuer (ignis elementaris, feu élémentaire) wird von einigen Naturforſchern als eine feine, flüſſige und ſehr elaſtiſche Materie angenommen, welche alle Körper durchdringt, und die erſte Urſache des Feuers ausmacht. Dieſes Elementarfeuer hat, wie verſchiedene andere Subſtanzen, die Eigenſchaft in verſchiedenen Körpern gebunden zu werden, ſo daß es in dieſem Zuſtande auf unſere Sinne keine Empfindung hervorbringt, und als Beſtandtheil der Körper zu betrachten iſt. Sobald es aber durch irgend eine Urſache in einem gewiſſen Gleichgewichte geſtöret wird, ſo wirkt es alsdann frey, afficiret unſere äußeren Sinne, und wirkt in gewiſſen Verhältniſſen auf andere Körper. So vermuthet Herr **Gardini**, daß das Elementarfeuer ein Beſtandtheil der elektriſchen Materie ſey. (M. ſ. **Elektricität.** Th. I. S. 944.)

Elemente, Uranfänge, Urſtoffe (elementa, principia prima, éléments) ſind diejenigen Beſtandtheile der Körper, welche aus weiter keinen ungleichartigen Theilen zuſammengeſetzet ſind, und folglich als einfach betrachtet werden müſſen.

Die Peripatetiker zählen vier Elemente, nämlich Waſſer, Feuer, Luft und Erde; **Becher** nahm als Elemente das Waſſer und die drey verſchiedenen Erden an, welche er **glasartige** (terra prima), **entzündliche** (terra ſecunda) und **merkurialiſche** (terra tertia) nennt. Die Alchymiſten betrachten folgende Stoffe als elementariſch, den Merkurius, das Phlegma, das Salz, den Schwefel und die Erde. Die Chemie hat aber gezeigt, daß die mehreſten von dieſen angeführten Elementen keinesweges als einfache

fache Stoffe aufgeführet werden können; dagegen iſt durch ſie bey der mannigfaltigen Zergliederung der verſchiedentlichen Körper und Materien, womit man Erfahrungen hat anſtellen können, eine Menge unzerlegter, mithin für uns einfache Stoffe entdecket worden. (M. ſ. **Chymie**). Es iſt aber unläugbar, daß es die chemiſche Kunſt noch lange nicht ſo weit gebracht hat, alle dieſe für einfach angegebene Stoffe mit Gewißheit als ſolche aufzuführen. Denn dieß kann uns noch nicht berechtigen, ſie für einfache Stoffe oder Elemente gelten zu laſſen, wenn ſie bis jetzt die Chymie in keine andere ungleichartige Beſtandtheile zerlegen kann. Es iſt daher eigentlich ganz unmöglich, eine beſtimmte Anzahl von Elementen feſtzuſetzen. Gewiß heißt es aber der Natur Gewalt anthun, die ſpecifiſchen Verſchiedenheiten der Körper nur aus ſehr wenigen Elementen abzuleiten.

Elemente der Bahn (elementa orbitae, élements d'une planète) ſind die aus den Beobachtungen eines Planeten oder Kometen hergeleiteten Beſtimmungen in Anſehung ſeines Laufes, ſeines Standes und aller übrigen dahin gehörigen Umſtände.

Die Elemente der Bahn bey dem Planeten ſind folgende: 1. die Eccentricität der Bahn (m. ſ. **Eccentricität**), 2. der Ort der Sonnenferne (ſ. **Sonnenferne**), 3. die mittlere heliocentriſche Länge für einen gewiſſen beſtimmten Augenblick, oder die Epoche des mittleren Ortes, 4. die mittlere Geſchwindigkeit des Planeten, 5. die Lage der Knotenlinien (ſ. **Knoten**), und 6. die Neigung der Bahn oder der Winkel, welchen ſie mit der Erdbahn macht. Die vier erſten Elemente betreffen vorzüglich die Beſtimmung der Längen, und die beyden andern die der Breiten der Planeten. Wenn der Unterſchied zwiſchen der Epoche und der gegebenen Zeit bekannt iſt, ſo läßt ſich aus der mittleren Geſchwindigkeit, welche durch eine leichte Diviſion der gehörig beſtimmten Umlaufszeit in 360 Grad gefunden wird, beſtimmen, um wie viel ſich in dieſer Zwiſchenzeit der mittlere Ort verändert habe, und wohin er folglich für die gegebene

Zeit falle. Wird alsdann dieß mit dem Orte der Sonn
ſerne verglichen, ſo ergibt ſich die mittlere Anomalie des P
neten, woraus ſich vermittelſt der Eccentricität durch
kepleriſche Problem die wahre Anomalie, und folglich
heliocentriſche Länge für die gegebene Zeit finden läßt. M
Anomalie. Aus dieſer Beſtimmung und aus der Lage
Knotenlinie und der Neigung der Bahn gegen die Erdfl
läßt ſich die heliocentriſche Breite für die gegebene Zeit fin

Dieſe Berechnungen werden durch die aſtronomiſchen
feln, welche beſonders für einen jeden Planeten bearbeitet ſ
ſehr erleichtert. Dieſe Tafeln müſſen jedoch immer von Z
zu Zeit mehr berichtiget werden, weil die Beobachtun
woraus die Beſtimmungen der Elemente gezogen werden,
wiſſen Unvollkommenheiten ausgeſetzet ſind.

In Anſehung der Kometen iſt zu bemerken, daß
elliptiſche Bahnen ſehr eccentriſch ſind, und daß wir nur
nen Theil derſelben, welcher in die Nähe der Sonne und
Erde fällt, betrachten können. Aus Gründen der höh
Geometrie läßt ſich dieſer Theil als ein paraboliſches S
betrachten. Mithin ſind hier folgende Elemente zu bem
ken: 1. der Ort der Sonnennähe, 2. die Zeit des Durchga
durch die Sonnennähe, 3. die Entfernung der Sonne von
Kometen in der Sonnennähe, 4. die Lage der Knotenli
5. die Neigung der Bahn gegen die Fläche der Ecliptik,
6. die Richtung des Laufs, ob er nämlich, wie bey den P
neten, in ſeinem Laufe die Ordnung der Zeichen des Th
kreiſes befolge, oder denſelben entgegen gehe. Aus den B
ſtimmungen dieſer Elemente kann man einen Kometen
dem andern unterſcheiden. Denn ſobald ein gewiſſer Ko
nach einer Reihe von Jahren wieder erſcheinet, bey welc
eben die Elemente beobachtet werden, als ſie vorher beob
tet wurden, ſo läßt ſich auch ſchließen, daß dieß der näml
wieder erſcheinende Komet ſey. **Halley** fand ſchon,
unter den von ihn berechneten Kometen drey ſich befan
nämlich die von den Jahren 1531. 1607 und 1682, bey welc
die vorigen Beſtimmungen nahe mit einander zuſammen

ſey, und daß die Dauer der Zwiſchenzeit ihrer Erſcheinung 75 bis 76 Jahre ſey, woraus er ſchloß, daß dieß wohl ein und derſelbe Komet ſeyn könne. Er verkündigte daher die Wiederkunft dieſes Kometen auf das Jahr 1759, welche auch wirklich eintraf.

Elementarwelt, Elementglas ſ. Schwimmen.

Elongation, Ausweichung (elongatio, élongation). Hierunter verſteht man die Winkel, unter welchem ein Planet von der Sonne entfernt zu ſeyn ſcheinet. So iſt z. B. die Elongation des Mondes von der Sonne im erſten Viertel 90 Grad öſtlich, hingegen im letzten Viertel 90 Grad weſtlich.

Emanation ſ. Ausflüſſe.

Emanationsſyſtem, Emiſſionsſyſtem (ſyſtema emanationis ſ. emiſſionis, ſyſtème d'émanation ou d'émiſſion) iſt die Lehre, nach welcher das Licht als eine eigene Subſtanz, und die Lichtſtrahlen als die Wege materieller aus den leuchtenden Körpern ausfließender Theilchen gehalten wird. Vor **Newton** war zwar die Meinung ſchon herrſchend, daß das Licht ein Ausfluß eines ſubſtantiellen Weſens ſey, allein ihre Erklärungen daraus waren äußerſt mangelhaft und oftmahls abgeſchmackt; erſt **Newton** beſchäftigte ſich mit der Unterſuchung der Erſcheinungen und Geſetze des Lichtes auf eine weit vernünftigere Weiſe. In ſeiner Optik ſucht er zuerſt die Hypotheſen derjenigen unwahrſcheinlich zu machen, welche die Erſcheinungen des Lichtes allein als Modificationen der Strahlen, oder als Stoß und Fortpflanzung einer Bewegung durch ein feines, flüſſiges Mittel erklären wollen, indem er die Frage aufſtellt, ob nicht vielleicht die Lichtſtrahlen ſubſtantielle Ausflüſſe von den leuchtenden Körpern ſeyn möchten, und durch die Anziehung in den mancherley Körpern, welche ſie in ihrem Wege treffen, gebrochen würden u. ſ. f. Seit dieſer Zeit hat dieſes Syſtem erſt ſein ganzes Anſehen erhalten, und es ſind wohl jetzt die wenigſten Phyſiker, welche demſelben nicht zugethan ſind. Die vorzüglichſten von den Gründen, welche man dieſem Syſteme entge-

gengeſetzet hat, findet man beym **Euler** α). Auch hat neuerlich der Herr Bergrath **Scherer** β) ſich gegen das Emanationsſyſtem erkläret, und ſogar diejenigen, welche eine materielle Urſache des Lichtes annehmen, der gröbſten Inconſequenz beſchuldiget. Der Weiſe geht zwar lächelnd vorüber, aber ein fühlbares, edles Herz empört ſich doch über manche beleidigende Ausdrücke groſser und verdienter Männer. Mit mehreren hiervon unter dem Artickel **Licht**.

Entbindungsflaſche ſ. **Pnevmatiſch-chymiſcher Apparat.**

Entfernung, wahre, Abſtand, Diſtanz (diſtantia, diſtance) iſt der kürzeſte Weg, welchen man nehmen kann, um von dem einen Gegenſtande zum andern zu kommen. Daher iſt die Entfernung eines Punktes von einem andern die gerade Linie zwiſchen beyden Punkten, die Entfernung eines Punktes von einer geraden Linie oder von einer Ebene die ſenkrechte Linie, welche ſich von dem Punkte auf die Linie oder Ebene fällen läßt.

Bey wirklich phyſiſchen Körpern nimmt man gewiſſe der Lage nach beſtimmte Punkte entweder in den Körpern oder auf der Oberfläche desſelben an, um die Entfernung zweyer Körper von einander zu erhalten. So iſt z. B. die Entfernung der Sonne von der Erde die gerade Linie zwiſchen den Mittelpunkten beyder Körper, die Entfernung eines Gegenſtandes zum andern auf unſerer Erde, wie z. B. die Entfernung zweyer Thürme von einander, die gerade Linie zwiſchen den Spitzen derſelben u. ſ. w. Nur iſt bey den Entfernungen der Gegenſtände auf unſerer Erde noch zu bemerken, daß dieſe bey ſehr weit entlegenen Orten von einander nicht als die gerade Linie zwiſchen beyden Orten angenommen wird, ſondern der Bogen eines größten Kreiſes auf der Fläche der Erdkugel, welcher zwiſchen beyden Orten liegt.

Wie

α) Noua theoria lucis et colorum in opuſc. var. argum. Berol. 1746. 4. p. 171-182.

β) Nachträge zu ſeinen Grundzügen der neuen chemiſchen Theorie. Jena, 1796. 8.

Wie dieſe Entfernungen gemeſſen werden, das muß die ausübende Mathematik zeigen. Die Kenntniſſe, welche dazu erfordert werden, ſind in manchen Fällen nicht geringe; der menſchliche Geiſt, welcher gewiß zu höheren Beſtimmungen als zu dieſem Erdenleben beſtimmt iſt, erwarb ſich dieſe, und unternahm Meſſungen im Großen, welche eben ſo ehrenvoll als nützlich ſind. Aber auch hier ſind dem Menſchen Grenzen geſetzet, die er nicht überſchreiten kann. So iſt er im Stande, die Entfernungen der zum Sonnenſyſteme gehörigen Himmelskörper von einander mit ziemlicher Genauigkeit zu meſſen. Für die Fixſterne hingegen hat man noch kein Mittel auffinden können, die Entfernungen derſelben nicht allein von unſerer Erde, ſondern auch ſelbſt unter einander zu meſſen.

Entfernung, ſcheinbare, ſcheinbarer Abſtand (diſtantia apparens, diſtance apparente). Dieſer Ausdruck wird in verſchiedener Bedeutung genommen. Man redet von der ſcheinbaren Entfernung zweyer Objekte von einander, welche beyde außer uns ſich befinden, wie z. B. die Entfernung zweyer Sterne von einander, die Entfernung zweyer Gegenſtände auf unſerer Erde von einander u. ſ. f.; oder man redet von der ſcheinbaren Entfernung eines Objektes von uns oder von unſerem Auge, wie z. B. eines Kirchthurmes von unſerem Auge, die Sonne von uns u. ſ. f.

Es ſey (fig. 35.) o das Auge, und die beyden Gegenſtände a und b liegen außerhalb des Auges, ſo ſchließen die von ſelbigen ins Auge kommenden Lichtſtrahlen a o und b o den Winkel a o b ein, welcher in der Optik die **ſcheinbare Entfernung** der Gegenſtände a und b von einander genannt wird; es iſt eigentlich der optiſche Winkel, unter welchem die wahre Entfernung a b beyder Objekte von einander dem Auge erſcheinet. Bey dieſer Bedeutung des Ausdrucks, **ſcheinbare Entfernung**, ſieht man bloß auf das, was dem Auge dargeſtellt wird, ohne im geringſten Rückſicht darauf zu nehmen, was vor ein Urtheil die Seele über dieſe Darſtellung fällt. Denn es bleibt hierbey dem Auge ganz gleichgültig,

wie weit die Gegenſtände a und b vom Auge wirklich entfernet ſind, indem der Lichtſtrahl, welcher von b ins Auge fällt, dasſelbe eben ſo rühren und auf dasſelbe wirken wird, als wenn er von c herkäme. Bey der bloßen Betrachtung dieſer beyden Gegenſtände werden wir alſo nicht belehret, ob der Gegenſtand in b oder c liegt, das einzige, was wir wahrnehmen, iſt, daß die Lichtſtrahlen nach verſchiedenen Richtungen hingehen, welche durch den Winkel a o b beſtimmt werden. Auf dieſe Weiſe betrachtet man in der Optik den ſcheinbaren Abſtand zwey vom Auge ſehr weit entlegener Gegenſtände von einander, indem man bloß auf die Größe des Winkels ſieht, welchen die beyden von den Gegenſtänden ausfließenden Lichtſtrahlen im Auge einſchließen. Auch heißt ſo in der Aſtronomie der ſcheinbare Abſtand des einen Sterns von dem andern der Winkel, welchen die beyden Geſichtslinien im Auge mit einander machen, worunter man auch oft den Bogen des größten Kreiſes, zwiſchen beyden Sternen, welcher als das Maß jenes Winkels angeſehen wird, verſtehet.

Da es alſo in Anſehung der Empfindung, welche das Auge erhält, ganz gleichgültig iſt, in welcher Stelle der Linie o b ſich der Gegenſtand b befindet, ſo erhellet daraus, daß wir eigentlich nicht unmittelbar durchs Geſicht die Entfernungen der um uns herum befindlichen Gegenſtände vom Auge wahrnehmen. Selbſt bey dem Urtheile über die Entfernungen ſichtbarer Gegenſtände von uns miſchen ſich die Vorſtellungen zugleich mit ein, welche wir ſonſt durchs Gefühl bekommen haben. Von Jugend auf iſt es uns gleichſam natürlich geweſen, in allen denjenigen Fällen, wo wir von dem Auge allein von der Beſchaffenheit des Gegenſtandes keine völlige Belehrung erhalten würden, das Gefühl zu Hülfe zu nehmen. Beyde Sinne haben wir zugleich gebrauchet, und wenn nun der eine von dieſen beyden Sinnen gerühret wird, ſo verbindet unſere Einbildungskraft zugleich mit jener Empfindung eben die Vorſtellung davon, welche wir ſonſt durch den andern Sinn bekommen haben. Wenn

wir alſo Gegenſtände ſehen, ſo urtheilen wir ſogleich, ohne es deutlich wahrzunehmen, über ihre Entfernung von einander, und vermengen daher die Urtheile mit dem Sehen ſelbſt ſo innig, daß wir die reine optiſche Darſtellung von dem über ſie gefällten Urtheile nicht mehr unterſcheiden, und das zu ſehen glauben, was wir doch nur aus dem Geſehenen ſchließen. Da nun in ſolchen Fällen, welche ganz ungewöhnlich ſind, unſere Urtheile, die wir ganz nach den gewöhnlichen Fällen abfaſſen, unrichtig ſeyn müſſen, ſo ſchließen wir alsdann falſch, ob wir gleich richtig ſehen. M. ſ. **Geſichtsbetrug**.

Wenn wir alſo zwey Objekte außer uns wahrnehmen, ſo pflegen wir auch zugleich beym erſten Anblick, ohne es uns bewußt zu ſeyn, über ihre wahre Entfernung von einander zu urtheilen, und die Größe, welche wir hierdurch der wahren Entfernung beylegen, nennt man ebenfalls die **ſcheinbare Entfernung**. Bey dieſer Bedeutung des Wortes kömmt es nicht allein auf die Größe des optiſchen Winkels, ſondern zugleich auf andere Umſtände an, die wir bey dem Geſehenen zugleich mit zu Hülfe nehmen. Wenn z. B. das Auge o die beyden Gegenſtände unter dem optiſchen Winkel a o b ſiehet, und nun nichts weiter wahrnimmt, welches der Seele urtheilen ließ, daß b vom Auge weiter als a entfernet wäre, ſo wird es nun beyde Objekte für gleich weit halten, und zugleich ſchließen, daß ſie nahe an einander liegen, wenn der Winkel o ſehr klein, obgleich ihre wahre Entfernung unendlich groß ſeyn kann. Es iſt demnach die ſcheinbare Entfernung beyder Gegenſtände von einander der optiſche Winkel a o b in der erſten Bedeutung des Ausdrucks, in der zweyten hingegen eine Länge von ſehr wenigen Füßen. Hieraus ſieht man alſo deutlich, daß im erſten Falle etwas Beſtimmtes, im andern hingegen etwas Unbeſtimmtes ausgedruckt werde, welches letztere ganz allein von unſerem Urtheile abhängt, das bald wahr, bald falſch ſeyn kann. So ſcheinen uns ein Paar Fixſterne kaum einen Fuß weit von einander abzuſtehen, und gleich-

wohl kann ihre wahre Entfernung von einander unendlich groß ſeyn.

Was nun die **ſcheinbare Entfernung** eines Objektes von unſerem Auge ſelbſt anlangt, wovon in dieſem Artikel vorzüglich die Rede iſt, ſo kann hier gar kein optiſcher Winkel Statt finden, weil nur ein einziges Objekt in Betrachtung gezogen wird, deſſen ſcheinbare Entfernung folglich ganz allein von unſerem Urtheile abhängt, wie groß dieſes ſelbige ſchätzt. Denn wir ſind von Jugend auf gewohnt, bey jeder Betrachtung eines Objektes zugleich ein Urtheil über die Entfernung desſelben von uns zu fällen, ohne daß uns der vom Objekte herkommende Strahl nur irgend etwas von der Entfernung belehrte.

Daß der Menſch mit der Empfindung des Sehens zugleich die Empfindung des Gefühls verbindet, und auf dieſe Weiſe durch fortgeſetzte Erfahrungen in den Stand geſetzet wird, aus dem Anblicke der Objekte auf ihre Größe, Entfernung, Geſtalten u. d. g. zu ſchließen, das beweiſet vorzüglich der von **Cheſelden** am Staar operirte Blindgeborne *). Als dieſer junge Menſch zuerſt ſahe, wußte er ſo wenig von Entfernungen zu urtheilen, daß er ſich einbildete, alle Sachen, die er ſähe, berührten ſeine Augen, wie das, was er fühlte, ſeine Haut. Er kannte von keiner Sache die Geſtalt, unterſchied auch keine Sache von der andern, ſie mochte eine noch ſo verſchiedene Geſtalt und Größe haben. Daraus erhellet, daß wir eigentlich von der früheſten Jugend an das Sehen oder vielmehr über das Geſehene faſt eben ſo urtheilen lernen müſſen, als wir die Sprache lernen. Es ſtellen uns nämlich die geſehenen Gegenſtände gewiſſe Zeichen vor, deren Bedeutungen wir erſt durch fortgeſetzte Erfahrungen kennen lernen. Daraus entſteht alsdann nach und nach eine gewiſſe Fertigkeit, die man das **Augenmaß** nennt, wodurch wir in Stand geſetzet werden, ſehr ſchnell auf die Größe, Geſtalt, Entfernung u. d. g. der geſehenen Dinge zu ſchließen. Man verſteht daher unter der **ſcheinbaren**

*) Smith's Lehrbegriff der Optik durch Käſtner. S. 40.

baren Entfernung eines Objektes von uns nichts anders, als eine Vorſtellung einer wirklichen Entfernung, welche wir durch das Augenmaß ſchätzen. Alle dieſe Umſtände, wodurch wir ein Augenmaß erhalten, ſind in uns verworren vorgeſtellt, und zwar bey dem einen mehr, bey dem andern weniger. Daraus iſt es auch begreiflich, daß die Urtheile über die Schätzung der Entfernung eines Objektes von unſerem Auge nach dem Augenmaße ungemein verſchieden ausfallen müſſen.

Die Meinungen verſchiedener Optiker über die Umſtände, wodurch das Urtheil der Seele über die Entfernungen beſtimmt wird, ſind folgende:

Kepler *) war der Meinung, daß die Entfernung der beyden Augen von einander gleichſam die Grundlinie ſey, deren man ſich zur Meſſung ſolcher Entfernungen bediene, welche gegen jene nicht zu groß ſind. Sobald jemand einen Gegenſtand betrachtet, ſo richtet er beyde Augenaxen nach ſelbigem, und es iſt natürlich, daß dieſe immer mehr zuſammenrücken, folglich beyde Augen mehr einwärts gewendet werden müſſen, je näher der Gegenſtand unſerem Geſichte liegt. Durch die Uebung wiſſe man nämlich, wie weit man die Augenaxen zuſammenrücken müſſe, um den Gegenſtand genau zu betrachten, indem man dabey durch Erfahrung lerne, wie weit man die Hand darnach auszuſtrecken und dahin zu gehen habe. Dieſer Umſtand trägt allerdings zu dem Urtheile über geringe Entfernungen etwas bey; allein für größere Entfernungen verändert ſich die Richtung der Augenaxen zu wenig, und es läßt ſich hieraus nichts mehr ſchließen. Um aber auch zu erklären, wie man mit einem Auge Entfernungen ſchätzen könne, bemerket **Kepler**, daß es darauf ankomme, daß die Breite des Sternes im Auge gegen die Entfernungen ein merkliches Verhältniß habe. Auch der verſchiedene Grad des Lichtes trage zur Schätzung der Entfernungen etwas bey.

*) Paralipom. ad Vitellion. p. 62. 63. 65. 66.

Descartes α) erläutert die Methode, die Entfernung der Objekte aus der Richtung der Augenaxen zu beurtheilen, durch die Vergleichung der Art, wie ein Blinder von der Entfernung einer Sache mittelſt zweyer Stäbe ſelbſt von unbekannter Länge urtheilet, wenn ſeine Hände, worin er die Stäbe hält, in einer bekannten Entfernung und Lage gegen einander ſind. Nach ſeiner Meinung ſind alle unſere Methoden, von der Entfernung der Gegenſtände zu urtheilen, ſehr unſicher, und in enge Grenzen eingeſchränket. Die Richtung der Augenaxen könne in einer Entfernung von mehr als 15 oder 20 Fuß nicht mehr helfen, und die Veränderung in der Geſtalt der Kryſtallinſe diene nur in Weiten von 3 bis 4 Fuß. Denn er glaubet, daß bey veränderter Entfernung der betrachteten Sachen, die Figur des ganzen Auges ſich verändere, und damit zugleich ein Theil des Gehirnes, wodurch die Seele die Entfernungen zu ſchätzen wiſſe. Weil bey etwas großen Entfernungen der Winkel der Augenaxen ſich gar nicht merklich verändere, ſo könne man gewöhnlich ſich keine Entfernungen, welche größer als 100 oder 200 Fuß ſind, vorſtellen.

Smith β) hat das Urtheil über die Entfernungen der Objekte ganz allein aus der ſcheinbaren Größe derſelben, wodurch er den Sehewinkel verſteht, herzuleiten geſucht. Nach ihm ſoll uns die Erfahrung gelehret haben, daß gewiſſe ſcheinbare Größen eines Körpers beſtändig mit gewiſſen Entfernungen verbunden ſind; beym Anblick dieſes Körpers errege alſo die Empfindung der ſcheinbaren Größe ſogleich die Vorſtellung ſeines Abſtandes. — Die Begriffe veränderlicher Entfernungen müſſen durch gewiſſe veränderliche Empfindungen erreget werden. — Indem ſich aber die wirkliche Entfernung einer Sache verändere, ſo verändere ſich im Bilde nichts, als deſſen Größe: denn Geſtalt, Farbe, Helligkeit und Deutlichkeit bleiben in den meiſten Fällen faſt einerley. Nach dieſer Theorie müßte aber offenbar folgen, daß

α) In Dioptrica p. 68. 69. und de homine p. 66–71.
β) Lehrbegriff der Optik durch Käſtner. S. 45 u. f.

daß die ſcheinbare Entfernung in eben dem Verhältniſſe größer werde, als die ſcheinbare Größe kleiner werde, und umgekehrt. Allein es iſt ſchon in den bekannteſten Fällen der Erfahrung ganz entgegen, die Entfernungen bloß nach der Größe des Sehewinkels zu ſchätzen.

De la Hire [α]) gibt fünf Stücke an, worauf wir unſer Urtheil von der Entfernung der Gegenſtände gründen. Dieſe ſind, die ſcheinbare Größe, die Helligkeit der Farbe, die Richtung beyder Augenaxen, die Parallaxe oder der Veränderungswinkel der Gegenſtände, und die Deutlichkeit ihrer kleinen Theile. Die Mahler, ſagt er, haben nur die beyden erſten Stücke in ihrer Gewalt, und daher könne ein Gemählde nie das Auge vollkommen betrügen. Aber bey Theaterverzierungen, wo Theile des Gemähldes in verſchiedene Entfernungen geſtellet werden können, können ſie gewiſſermaßen alle jene Stücke ſich zu Nutze machen.

Eine deutliche und kurz gefaßte Vorſtellung aller natürlichen Methoden von der Entfernung der Sachen zu urtheilen, gibt D. Porterfield [β]). Nach ihm kömmt es auf folgende Umſtände an:

Das erſte Mittel, deſſen ſich die Seele bedienet, die Entfernung einer Sache zu ſchätzen, iſt die Einrichtung welche dem Auge nöthig iſt, auf verſchiedene Entfernungen deutlich zu ſehen. Die Seele iſt ſich der dazu nöthigen Bemühungen bewußt, und kann dadurch gewiſſermaßen, ſelbſt mit einem Auge allein, Entfernungen ſchätzen. Dieſes Mittel kann aber nur zwiſchen den Grenzen des deutlichen Sehens Statt finden, und hilft daher außer denſelben nicht mehr, wiewohl alsdann auch noch der größere oder geringere Grad der Deutlichkeit, nachdem die Sache weniger oder mehr über dieſe Grenzen hinaus liegt, ein Mittel abgeben kann, die Entfernung der Sache zu ſchätzen. Es hat aber auch dieſes Mittel ſeine Schranken. Denn wenn die Entfernung der Sache ſo groß iſt, daß die Weite der Oeffnung des Auges dagegen nicht

α) Accidens de la vue in den Mémoir. de Paris 1694.
β) Treatiſe on the eye. Edinb. 1759. Vol. II. p. 387 u. f.

nicht mehr in Vergleichung kömmt, ſo wird man die von einem Punkte der Sache herkommenden Strahlen für parallel halten können, und ihr Bild auf der Netzhaut wird deßwegen nicht merklich undeutlicher werden, wenn ſie auch beträchtlich weiter entfernet wird.

Ein anderes und Hauptmittel liegt in dem Winkel der Augenaxen. Unſere beyden Augen ſind gleichſam zwey Standpunkte, von welchen man die Entfernungen der Gegenſtände aufnimmt; und dieſerwegen fehlen Einäugige ſo oft, wenn ſie in ein Glas Getränke gießen, ein Licht putzen, oder ſonſt etwas thun ſollen, wozu man die Entfernungen genau abgemeſſen haben muß. Dieſes überzeugend einzuſehen, hänge man einen Ring an einen Faden auf, ſtelle ſich zwey oder drey Schritte von ihm mit dem Geſichte gegen die ſchmale Fläche desſelben gekehret, daß die Oeffnung nach der rechten und linken Hand hinliege, und verſuche bey geſchloſſenem einen Auge mit einem am Ende gekrümmten Stabe durch den Ring zu treffen; man wird finden, daß dieß ſo leicht nicht angehe. Uebrigens hilft dieſer Winkel der Augenaxen zur Schätzung der Entfernungen nur auf eine gewiſſe Weite, welche **Dechales** zu 120 Fuß anſetzet, weil weiterhin der Winkel ſich nicht merklich verändert.

Das dritte Hülfsmittel beſteht in der ſcheinbaren Größe der Gegenſtände. Von der Veränderung des Bildes auf der Netzhaut ſchließen wir leicht auf die Entfernung der Sache, wofern uns anders die wahre Größe der Sache bekannt iſt; denn ſonſt können wir aus der ſcheinbaren Größe allein gar nicht auf die Entfernung ſchließen. Hieraus läßt ſich aber begreifen, warum man in der Schätzung der Entfernungen ſo oft irret, wenn man einen Gegenſtand von ungewöhnlicher Größe vor ſich ſiehet, als z. B. wenn man gegen eine ſehr große Stadt, einen Berg von außerordentlicher Größe zu reiſet, da man dergleichen Gegenſtände immer für näher hält, als ſie wirklich ſind. Eben ſo ſehen auch Thiere und alle kleine Sachen, welche man von unten aus einem Thale an einem

hohen

hohen Berge ſiehet, außerordentlich klein aus, indem wir den hohen Berg für niedriger halten, als er wirklich iſt.

Das vierte Hülfsmittel iſt nach **Porterfield** die Lebhaftigkeit der Farbe, womit die Gegenſtände erſcheinen. Wenn wir wiſſen, daß zwey Sachen einerley und gleich ſtarke Farbe haben, und die eine erſcheinet uns heller und lebhafter als die andere, ſo werden wir die hellere für näher halten.

Das fünfte Hülfsmittel beſteht in dem verſchiedentlichen Ausſehen der kleinen Theile der Gegenſtände. Wenn man dieſe deutlich erkennt, ſo halten wir den Gegenſtand für nahe; können wir ſie aber nicht anders als undeutlich oder gar nicht ſehen, ſo halten wir ihn entfernet. Denn je weiter ſolche Sachen von unſerem Auge fortrücken, deſto kleiner wird der Sehewinkel, und bey ſehr großen Entfernungen wird er ſo klein, daß man ſie entweder gar nicht mehr, oder doch ſehr undeutlich, wahrnehmen kann.

Das ſechſte und letzte Mittel liegt darin, daß man nicht eine Sache allein, ſondern alle umliegende um den Hauptgegenſtand, deſſen Entfernung man ſchätzet, zugleich mit betrachtet. Je mehr der Zwiſchenraum von dem Auge bis an denſelben in kleinere und erkannte Theile getheilet iſt, deſto größer wird es uns vorkommen. Es ſcheinen daher Entfernungen auf unebenen Flächen kleiner als auf einer ebenen. Denn die Ungleichheiten des Bodens, als Hügel, Vertiefungen und Flüſſe, welche niedrig und außer dem Geſichte ſind, fallen theils nicht in die Augen, theils entziehen ſie das dahinter liegende dem Anblicke.

Außer dieſen von **Porterfield** angegebenen Umſtänden laſſen ſich vielleicht noch andere gedenken, um ein Urtheil über die Entfernungen der Gegenſtände zu fällen. Uebrigens iſt es aber wohl gewiß, daß zur Schätzung der ſcheinbaren Entfernungen der Gegenſtände ſich der eine mehr an dieſen, der andere an jenen Umſtand von Jugend auf unvermerkt gewöhnt, und eben daher ſind die Urtheile verſchiedener Perſonen über die ſcheinbaren Entfernungen auch ſehr verſchieden.

M. ſ. **Prieſtley** Geſchichte der Optik aus dem Engl. überſ. durch **Klügel** S. 69. 95. 156. 496.

Entfernung einer Kraft vom Ruhepunkte (distantia ab hypomochlio) heißt in den mechaniſchen Wiſſenſchaften die Länge der aus dem Ruhepunkte auf die Richtung der Kraft ſenkrecht gezogenen Linie.

Bey einer jeden Maſchine muß es eine Stelle geben, welche die daſelbſt angebrachte Kraft unmittelbar angreift, und welche folglich mit einer gewiſſen Geſchwindigkeit bewegef wird. Dieſe Bewegung mag nun auch ſeyn, welche ſie will, ſo kann man ſich doch immer die Vorſtellung machen, daß ſie um einen gewiſſen feſten Punkt in einer gewiſſen Entfernung von ſelbigem an einer geraden Linie erfolge, auf welche die angebrachte Kraft ſenkrecht wirkt, und eben dieſe Entfernung heißt die **Entfernung der Kraft vom Ruhepunkte.** Man ſieht leicht, daß dieſe Entfernung größer ſeyn müſſe, wenn die Geſchwindigkeit der Stelle der Maſchine, welche von der daſelbſt angebrachten Kraft angegriffen wird, größer iſt, und daß alsdann die Wirkung der Kraft größer ausfallen müſſe.

Entladung ſ. **Leidner Flaſche.**

Entzündbare Luft ſ. **Gas, brennbares.**

Entzündlicher Grundſtoff ſ. **Brennſtoff.**

Entzündung ſ. **Verbrennen.**

Entzündungen, freywillige ſ. **Selbſtentzündungen.**

Entzündungspunkt des de Lüc ſ. **Feuer, Thermometer.**

Epakten (epactae, épactes) heißen in der praktiſchen Chronologie diejenigen Zahlen, welche für ein jedes Jahr das Mondalter am 1. Januar angeben, oder welche anzeigen, wie viele Tage vor dem 1. Januar verfloſſen ſind, da der letzte Neumond eingetreten war. Für das Jahr 1798 z. B. iſt die Epakte XII, weil der letzte Neumond des Jahres 1797 auf den 19. December fiel, und folglich beym Anfange des 1. Januars etwa 12 Tage nach dem

letzten

letzten Neumonde verfloſſen waren. Fiele der Neumond gerade auf den 1. Januar, ſo würde die Epakte = 0 ſeyn, und dieſes wird durch ein Sternchen * angedeutet.

Auch nennt man den Unterſchied eines gemeinen julianiſchen und eines bürgerlichen Mondenjahres die **jährliche Mondepakte**. Da nun das julianiſche Jahr 365 Tage und das bürgerliche Mondenjahr 354 Tage hält (m. ſ. Cykel), ſo beträgt die jährliche Mondepakte gerade 11 Tage. War alſo im erſten Jahre des Mondcykels am 1. Januar Neumond, ſo waren am 1. Januar im zweyten Jahre des Mondcykels ſchon 11 Tage ſeit dem letzten Neumonde verfloſſen; am 1. Januar des dritten Jahres 22 Tage, am 1. Januar des vierten Jahres 33 Tage, welche einen bürgerlichen Mondenmonath und 3 Tage betragen, den Monath zu 30 Tage gerechnet. Am 30. Tage fiel nun aber auch ein Neumond ein, mithin waren am 1. Januar des vierten Jahres nach dem Neumonde 3 Tage verfloſſen. Wenn man auf dieſe Weiſe beſtändig zu dem vorigen Jahre die 11jährlichen Epaktentage dazu rechnet, und nur die Tage bemerket, welche in der Summe über einen Monath wechſelsweiſe zu 30 und 29 Tage genommen übrig bleiben, ſo zeigt jedes Mahl dieſer Reſt, wie viele Tage beym Anfange des Jahres am 1. Januar ſeit dem letzten Monathe verfloſſen ſind. Auf dieſe Weiſe würde man alſo die Epakten des Mondcykels finden. Allein am Ende des 19jährigen Cykels würde man doch dabey um $2\frac{1}{2}$ Tag gefehlet haben. Daher müſſen eigentlich die Epakten auf folgende Art gezählet werden.

Güldene Zahl.	Zuſammengerechnete Epaktentage.	Epakte des Jahres.
1	11 T. — 3 St.	*XI.*
2	22 T. — 6 St.	*XXII.*
3	33 T. — 9 St. = 30 T. — 9 St. + 3 T.	*III.*
4	44 T. — 12 St. = 30 T. — 12 St. + 14 T.	*XIV.*
5	55 T. — 15 St. = 30 T. — 15 St. + 25 T.	*XXV.*
6	66 T. — 18 St. = 60 T. — 18 St. + 6 T.	*VI.*
7	77 T. — 21 St. = 60 T. — 21 St. + 17 T.	*XVII.*
8	88 T. — 24 St. = 60 T. — 24 St. + 28 T.	*XXVIII.*

E

Güldene Zahl.	Zuſammengerechnete Epaktentage.	Epakte des Jahres.
9	99 T. — 27 St. = 90 T. — 27 St. + 9 T.	*IX.*
10	110 T. — 30 St. = 90 T. — 30 St. + 20 T.	*XX.*
11	121 T. — 33 St. = 120 T. — 33 St. + 1 T.	*I.*
12	132 T. — 36 St. = 120 T. — 36 St. + 12 T.	*XII.*
13	143 T. — 39 St. = 120 T. — 39 St. + 23 T.	*XXIII.*
14	154 T. — 42 St. = 150 T. — 42 St. + 4 T.	*IV.*
15	165 T. — 45 St. = 150 T. — 45 St. + 15 T.	*XV.*
16	176 T. — 48 St. = 150 T. — 48 St. + 26 T.	*XXVI.*
17	187 T. — 51 St. = 180 T. — 51 St. + 7 T.	*VII.*
18	198 T. — 54 St. = 180 T. — 54 St. + 18 T.	*XVIII.*
19	209 T. — 57 St. = 180 T. — 57 St. + 29 T.	*XXIX.*

Im dritten Jahre rechnet man alſo 30 Tage — 9 Stunden für einen Monath, im ſechsten Jahre 60 Tage — 18 Stunden für zwey Monathe, im neunten Jahre 90 Tage — 27 Stunden für drey Monathe u. ſ. f.

Man findet alſo für die julianiſche Jahrrechnung die Jahrepakten auf folgende Art: man multiplicire die güldene Zahl mit der Zahl 11, ſo wird dieſes Produkt, wenn es unter 30 iſt, die verlangte Jahrepakte ſeyn. Iſt aber das Produkt größer als 30, ſo muß man es durch 30 dividiren, da alsdann der Reſt die geſuchte Epakte iſt. Für das Jahr 1798 z. B. iſt die güldene Zahl 13, mithin ergibt ſich 13 XII = 143, und dieſes Produkt durch 30 dividiret der Quotient $\frac{143}{30} = 4$ und 23 bleibt zum Reſte, folglich iſt XXIII die Jahrepakte.

Julianiſche Epaktentafel.

güldene Zahl.	Epakten.	güld. Z.	Epakten.	güld. Z.	Epakten.
1	*XI.*	7	*XVII.*	13	*XXIII.*
2	*XXII.*	8	*XXVIII.*	14	*IV.*
3	*III.*	9	*IX.*	15	*XV.*
4	*XIV.*	10	*XX.*	16	*XXVI.*
5	*XXV.*	11	*I.*	17	*VII.*
6	*VI.*	12	*XII.*	18	*XVIII.*
				19	*XXIX.*

Weil

Weil nach der gregorianiſchen Verbeſſerung im Jahre 1582. zehn Tage im julianiſchen Jahre weggelaſſen wurden, und die Jahre 1700 und 1800 keine Schaltjahre, ſondern gemeine Jahre ſeyn ſollten, ſo ſind die Epakten von 1700 bis 1800 um 11 und von 1800 bis 1900 um 12 Tage kleiner.

Wenn man das julianiſche Jahr von 365 Tagen 6 Stunden mit der Zahl 19 multipliciret, ſo findet man das Produkt 6939 Tage 18 Stunden. Ein ſynodiſcher Mondenmonath aber beträgt 29 Tage 12 Stunden 44 Minuten 3 Sekunden, folglich werden 235 ſynodiſche Mondenmonathe 6939 Tage 16 Stunden 31 Minuten 45 Sekunden ausmachen. Daraus folgt, daß 19 julianiſche Jahre um 1 Stunde 28 Minuten 15 Sekunden oder 5295 Sekunden größer ſind als 235 ſynodiſche Mondenmonathe. Da nun ein Tag 86400 Sekunden hält, ſo wird dieſer Unterſchied in einer Periode von 19 julianiſchen Jahren $\frac{5295}{86400}$ eines Tages betragen, mithin in $\frac{86400}{5295}$. 19 Jahren einem ganzen Tage gleich werden. Dieſe Menge gibt 310 Jahr. Demnach iſt die angegebene julianiſche Epaktentafel nur 310 Jahr zu gebrauchen; nach dieſer verfloſſenen Zeit muß jede Epakte um 1 vergrößert werden, damit ſie die Neumonde um einen Tag früher angeben. Dieſe Verbeſſerung heißt die **Mondgleichung**. Im Gegentheil muß die Epakte um 1 vermindert werden, wenn am Ende eines Jahrhunderts ein Schalttag weggelaſſen wird, damit ſie die Neumonde um einen Tag ſpäter anzeigen, und dieſe Verbeſſerung heißt die **Sonnengleichung**.

Fiel am 1. Januar ein Neumond ein, ſo wäre abermahls am 31. Januar, am 1. März und 31. März Neumond u. ſ. f. Soll alſo die Jahresepakte das Alter der Neumonde für den 1. Januar anzeigen, ſo wird die Epakte im dritten Jahre = 0 ſeyn müſſen. Im Jahre 800 ward eine Mondgleichung nöthig, und es mußten daher die Epakten um 1 vermehret werden. Auch in den Jahren 1100 und 1400

ward eine Mondgleichung nöthig, daher mußten die Epakten vom Jahre 1400 und 1700 um 3 vermehret werden. Weil aber im Jahre 1582 nach der gregorianiſchen Kalenderverbeſſerung zehn Tage weggelaſſen wurden, ſo mußten nun auch die Epakten um 10 verändert werden. Daher wird nach angenommener Vorausſetzung die Epakte im dritten Jahre = III — X = XXXIII — X = XXIII. Im Jahre 1700 wäre wieder die Mondgleichung nöthig geweſen; bey der Kalenderverbeſſerung aber wurde feſtgeſetzet, daß ſie bis zum Jahre 1800 ausgeſetzet bleiben ſollte. Weil nun auch am Ende eines Jahrhunderts die Sonnengleichung nöthig iſt, ſo ward im Jahre 1700 dieſe angebracht, und die Epakten um 1 vermindert. Folglich war die Epakte im dritten Jahre = XXII. Weil ferner im Jahre 1800 auch eine Sonnengleichung nöthig iſt, ſo heben ſich beyde die Sonnen- und Mondgleichung auf, und man erhält folgende gregorianiſche Epaktentafel für die Jahre 1700 bis 1900:

güldene Zahl.	Epakte.	güld. Z.	Epakte.	güld. Z.	Epakte.
1	*	7	*VI.*	13	*XII.*
2	*XI.*	8	*XVII.*	14	*XXIII.*
3	*XXII.*	9	*XXVIII.*	15	*IV.*
4	*III.*	10	*IX.*	16	*XV.*
5	*XIV.*	11	*XX.*	17	*XXVI.*
6	*XXV.*	12	*I.*	18	*VII.*
				19	*XVIII.*

Die Einführung der Epakten geſchahe bloß zur Erleichterung der Berechnung des Oſterfeſtes. Die Proteſtanten, welche im Jahre 1700 den gregorianiſchen Kalender einführeten, verwarfen dazumahl die Epakten, und ſetzten ausdrücklich feſt, daß der Oſtervollmond nach **Keplers** rudolphiniſchen Tafeln für den Mittagskreis von Uranienberg berechnet werden, und nicht cykliſch ſeyn ſollte. Im Jahre 1777. wurde jedoch endlich auch der gregorianiſche Kalender in Rückſicht der Feſtrechnung unter dem Nahmen des allgemeinen Reichskalenders eingeführet. Weil nun die gregorianiſchen Epakten die einzelnen Stunden, auf welchen die

Neu-

Neumonde fallen, nicht angeben, ſo würde bey der Feyerung des Oſterfeſtes eine Ungewißheit Statt finden; fiele nämlich der Oſtervollmond innerhalb Sonnabends und Sonntags, ſo kann die cykliſche Rechnung ſelbigen auf einen Tag beſtimmen, wenn ihn die aſtronomiſche auf einen andern Tag beſtimmt, und dieß würde in Anſehung der Feyerung des Oſterfeſtes gerade eine Woche Unterſchied betragen. Im Jahre 325, als das Jahr der nicäniſchen Kirchenverſammlung, war die güldene Zahl 3 und der Neumond fiel auf den 1. Januar. Auch kam die oben angegebene Epaktentafel mit der aſtronomiſchen genauern Rechnung überein; demnach hätte man eigentlich das Jahr 325 bey der verbeſſerten Einrichtung des Kalenders als das Grundjahr annehmen ſollen; allein weil die Mondgleichung bis zum Jahre 1800 verſchoben blieb, ſo war dieß eben ſo viel, als das Jahr 550 zum Grundjahre anzunehmen. Es waren alſo vom Jahre 325 bis 550 gerade 225 verfloſſen, und man kann nach der Regel Detri ſetzen: Nach 310 Jahren iſt eine Mondgleichung von einem Tage oder von 24 Stunden nöthig, wie viele Stunden auf 225 Jahr? und man findet $\frac{225 \times 24}{310} = 17$ Stunden, d. h. die berechneten kirchlichen Neumonde fielen im Jahre 550 ſchon um 17 Stunden ſpäter, als die wahren Neumonde. Man hat ihn aber mit Fleiß gelten laſſen, damit die cykliſche Rechnung die Neumonde ungefähr einen Tag ſpäter angeben, als die wirklich aſtronomiſche, um dadurch deſto ſicherer Oſtern nicht am Vollmonde zu feyern. Durch die Epakten iſt nun die Berechnung des Oſterfeſtes ungemein erleichtert worden.

Ephemeriden, aſtronomiſche Jahrbücher (ephemerides aſtronomicae, éphémérides) ſind Bücher, in welchen für eine Reihe von Jahren die Stellen der Weltkörper und der merkwürdigſten Himmelsbegebenheiten für einen beſtimmten Ort der Erde aus den aſtronomiſchen Tabellen berechnet angegeben ſind.

Hieron. Cardan [α]) führet an, daß man zu den Zeiten des Ptolemäus aus Mangel der Ephemeriden viel mühſamer aus den Geſtirnen gewahrſaget. Erſt im Anfange des funfzehnten Jahrhunderts ſey die Kunſt, Ephemeriden zu berechnen, bekannt geworden. Der erſte Urheber aber ſey ihm unbekannt, **Purbach** ſcheine die Kunſt gefunden zu haben, und ſein Schüler, **Regiomontan**, habe ſie vollkommener gemacht. Auch nach **Weidler** [β]) hat **Regiomontan** zuerſt vollkommenere Ephemeriden von 1475 bis 1506 herausgegeben. Am Ende des funfzehnten Jahrhunderts beſorgte auch **Joh. L. Santritter** Ephemeriden, ſive Almanach perpetuum, in welchen er zugleich die Stellen angibt, wo die Planeten nach einigen Jahren wieder zuſammen kommen. Nach dieſen Ephemeriden folgten die von **Stöffler**, **Carion**, **Leovitius**, **Origanus** und **Keplern**, welche zum Theil für die Aſtrologie beſtimmt waren. Unter den ſehr vielen neuern haben vorzüglich die von **Manfredini** zu Bologna angefangenen, und von **Zanotti** fortgeſetzten Ephemeriden ein großes Anſehen erhalten [γ]).

Von den Ephemeriden unterſcheiden ſich die aſtronomiſchen eigentlichen Kalender nur in Anſehung der Zeit. Jene begreifen beſtändig eine Reihe von Jahren, dieſe aber nur ein einziges Jahr. Die aſtronomiſchen Kalender werden für ein jedes Jahr unmittelbar aus den aſtronomiſchen Tafeln berechnet oder auch aus den Ephemeriden genommen, in ſo fern es thunlich iſt, die Zeit des Ortes der Ephemeriden in die Zeit des Ortes des Kalenders zu verwandeln. Das höchſte Alter von dieſen jährlichen Büchern hat wohl die connoiſſance des tems. Zuerſt gab ſie **Picard** im Jahre 1679 heraus, und nachher ſetzten ſie verſchiedene Mitglieder der Akademie ununterbrochen fort; **Lefevre** 1685; **Lieraud** 1702; **Godin** 1730;

α) De rerum varietate Lib. XII. cap. 59.

β) Hiſtoria aſtronomiae cap. XII §. 18.

γ) *Euſtachii Manfredini* ephemerides caeleſtium motuum e tab. Caſſini 1715–1725. Bononiae 1715. II. Tom. 4. ferner von 1725–1750. Bonon. 1725. 4. *Euſtachii Zanotti* ephemerides caeleſtium motuum 1751–1762. Bonon. 1750. 4. ferner von 1763–1773. Bonon. 1761. 4. und von 1774–1786. Bonon. 1773. 4.

1730; **Maraldi** 1735–1759. Nachher gab ihr **de la Lande** den Titel: connoiſſance des mouvements céleſtes, und änderte einiges darin. Dieß dauerte aber nur 6 Jahr; nach dieſer Zeit erhielt ſie den Titel und die Einrichtung wie vorher wieder. Einige Zeit hierauf iſt ſie von **Jeaurat** fortgeſeßet worden. Einer von den verbeſſerten Kalendern iſt der verbeſſerte leipziger, welchen der vormahlige Profeſſor der Mathematik, **Junius**, im Anfange des achtzehnten Jahrhunderts herauszugeben anſing, und er iſt noch immer dem Liebhaber der Aſtronomie ſehr brauchbar. Die Ephemeriden des P. **Hell** α) fingen mit dem Jahre 1757 an, und enthalten ſehr ſchäßbare aſtronomiſche Abhandlungen. Für das Jahr 1767 erſchien zu London zum erſten Mahle der engliſche Schifferkalender β), unter Herrn **Maskelyne** Aufſicht berechnet, beſonders iſt dieſem Kalender eigen, daß er für gewiſſe Stunden des Tages und der Nacht berechnete Weiten des Mondes von Sonne und Sternen enthält. Das berliner aſtronomiſche Jahrbuch γ) kam zum erſten Mahle für das Jahr 1776 heraus, und zeichnet ſich beſonders durch eine ausgewählte Sammlung von Abhandlungen, Beobachtungen und Nachrichten aus. Es hörte dieß aber mit 1782 auf, und Herr **Bode** fing ſeitdem an, ſelbiges unter ſeinem Nahmen fortzuſeßen. Es erſcheinet dieß Jahrbuch immer zwey Jahre vor dem, welchem es beſtimmt iſt.

M. ſ. **Käſtners** Anfangsgründe der angewandten Mathematik. Aſtronomie §. 344. f.

Epicykel (epicyclus, épicycle) heißt ein Kreis, deſſen Mittelpunkt in der Peripherie eines andern Kreiſes ſich beweget. Man nehme an (fig. 36.), der Körper d bewege ſich im Kreiſe dfe herum, indem der Mittelpunkt c dieſes Kreiſes in der Peripherie eines andern Kreiſes um t herumgehet; in einem ſolchen Falle geſchiehet die Bewegung des Körpers d in dem Epicykel dfe.

α) Ephemerides ad meridianum Viennenſem.
β) The nautical almanac, and aſtronomical ephemeris.
γ) Aſtronomiſches Jahrbuch oder Ephemeriden der kön. preußiſch. Akad. der Wiſſenſchaften.

Es wurden dergleichen Epicykel bey den vormahligen Erklärungen über den ungleichen Lauf der Planeten angenommen, nachdem man dieſen auf keine andere Weiſe nach der ptolemäiſchen Weltordnung zu erklären vermochte. Es ſey z. B. t unſere Erde im Mittelpunkte des Weltſyſtems, f die Sonne, welche in einem Kreiſe um die Erde ſich beweget, und d ein oberer Planet, deſſen Bahn der Kreis fgh um die Erde iſt; ſo lehren die Beobachtungen, daß ein ſolcher oberer Planet in ſeinem Laufe gerade am ſchnellſten fortgehe, wenn er bey der Sonne geſehen wird, von da aber ſich immer langſamer zu bewegen, zuletzt ſtille zu ſtehen, und alsdann wieder mit zunehmender Geſchwindigkeit zurückzugehen ſcheine, ſo daß ſeine Geſchwindigkeit beym Zurückgehen gerade den größten Grad derſelben erhalten hat, wenn er der Sonne gegenüber geſehen wird. Alle dieſe Erſcheinungen des obern Planeten konnten unmöglich nach der ptolemäiſchen Weltordnung erkläret werden, wenn man annahm, daß er ſich in der kreisförmigen Bahn fgh ſelbſt bewegte. Denn bey dieſer Annahme müßte ſeine Bewegung aus dem Mittelpunkte t ſeiner Bewegnng betrachtet offenbar gerade ſo erfolgen, als wie ſie uns erſcheinet; er müßte wirklich bald geſchwinder, bald langſamer, bald vorwärts, bald rückwärts ſich bewegen. Allein hiervon ließe ſich alsdann gar keine Urſache angeben, warum eine ſolche Bewegung wirklich erfolgen müſſe, die ſo genau von dem Stande gegen die Sonne abhing. Um folglich zu erklären, daß dieſe Bewegung nur ſcheinbar, nicht wirklich ſey, nahmen die alten Aſtronomen an, daß der Planet durch die auf ihn wirkende Kraft der Sonne in einem Epicykel herumgetrieben würde, deſſen Mittelpunkt aber beſtändig in der wahren kreisförmigen Bahn ſich fortbewege. Nachdem nun der Planet in ſeinem Epicykel und deſſen Mittelpunkt in der wahren Bahn des Planeten in einem gewiſſen Verhältniſſe ihrer Umlaufszeiten fortgehet, ſo laſſen ſich auch alle dieſe angeführten Erſcheinungen der obern Planeten ungezwungen erklären. Sogar kann man hieraus die Ungleichheiten des Planeten berechnen

rechnen und daher theoretiſch beweiſen. Und eben hiermit beſchäftiget ſich vorzüglich das Almageſt des Ptolemäus. Da aber auch ſelbſt der Sonnenlauf ungleich iſt, ſo ließ man auch die Sonne in einem Epicykel ſich bewegen; jedoch nach Geſetzen, welche nie einen Rückgang verſtatteten. Beym Monde hingegen beobachteten ſchon die alten Aſtronomen ſo mannigfaltige und verſchiedene Ungleichheiten in ſeinem Laufe, daß ſie zwey Epicykel annehmen mußten. Da aber nachher vorzüglich am Monde noch weit mehrere Ungleichheiten entdecket wurden, welche durch Annehmung mehrerer Epicykel zu erklären gar nicht mehr gehen wollte, ſo erhielt freylich ſchon hierdurch das copernicaniſche Syſtem mit den nachher immer mehr entdeckten Berichtigungen und den daher abgeleiteten ſehr einfachen Erklärungen über alle dieſe Erſcheinungen einen ſehr großen Vorzug für die ptolemäiſche Weltordnung. Nach dem jetzigen Zuſtande der Aſtronomie wird aber wohl keiner mehr mit dergleichen Mitteln ſich helfen, da bereits weit einfachere und der Natur angemeſſenere entdecket ſind.

Epoche, Jahrrechnungsgrenze, Aere) epocha ſ. aera, époque) heißt ein beſtimmter Zeitpunkt, von welchem ein gewiſſes Volk ſeine Jahre zu zählen anfängt.

An ſich iſt es willkürlich, die Epoche anzunehmen, wenn man will. Daher haben die Völker ihre Jahrrechnungen gewöhnlich von großen merkwürdigen Begebenheiten an gerechnet. So war die Jahrrechnung der Römer von Erbauung der Stadt Rom hergenommen, und bey der chriſtlichen Jahrrechnung iſt das Jahr der Geburt Chriſti die Epoche. Man pflegt auch unſere Zeitrechnung die chriſtliche, oder gemeine, oder auch die dionyſiſche, vom Dionyſius Exiguus, zu nennen.

Um alle dieſe verſchiedenen Jahrrechnungen bequem mit einander zu vergleichen, hat **Joſeph Scaliger** in der Chronologie die ſo genannte **julianiſche Periode** (m. ſ. **Periode, julianiſche**) eingeführet, und dieſe zum Maßſtabe aller übrigen gebrauchet.

In der Aſtronomie rechnet man die Epoche des mittleren Ortes unter die Elemente der Planetenbahnen (m. ſ. **Elemente der Bahn**), welches eben ſo viel bedeutet, als den mittleren heliocentriſchen Ort der Planeten für einen gewiſſen beſtimmten Zeitpunkt.

Epſomſalz ſ. **Bitterſalzerde.**

Erdäquator ſ. **Aequator der Erde.**

Erdaxe (axis terrae, axe de la terre) iſt die gerade Linie zwiſchen den beyden Erdpolen. Ihre Lage bleibt bey der täglichen Umdrehung der Erde ganz unverändert, und heißt daher auch **die Axe der Umdrehung** (axis rotationis) der Erde. Sie ſteht auf der Ebene des Aequators, folglich auf allen damit parallelen Kreiſen ſenkrecht, und iſt aller dieſer Kreiſe gemeinſchaftliche Axe (m. ſ. **Axe** und **Erdkugel**.)

Erdbeben (terrae motus, tremblement de terre) heißen unterirdiſche Erſchütterungen unſerer Erde, welche gewöhnlich ohne Flammen und unterirdiſches Feuer bemerket werden, und oft die gewaltſamſten und ſchrecklichſten Folgen mit ſich führen.

Die Wirkung der Erdbeben äußert ſich durch dreyerley Bewegungen. Die erſte beſteht in einer horizontalen wellenförmigen Bewegung, welche bey anhaltendem ſtarken Grade alles auf der Oberfläche der Erde zu Grunde richtet; die andere zeiget ſich durch Stöße, wodurch die Erdrinde in die Höhe gehoben wird, dabey oft berſtet, oft aber auch ganz oder zum Theil wieder einſinket; die dritte zeiget ſich durch gewaltſame Stöße, dadurch die Erdrinde ſich öffnet, und wie bey den Vulkanen Flamme empor ſteiget, und Waſſer, Erde, Steine u. d. gl. ausgeſchleudert werden.

Es iſt unläugbar, daß die Erderſchütterungen auf der Oberfläche unſerer Erde ſehr ausgezeichnete Veränderungen hervorgebracht haben. Durch ſie ſind ganze Stücke Landes begraben, Inſeln auf der Oberfläche des Meeres erhoben, andere verſenkt, trockenes Land in Meergrund und umgekehrt Meergrund in trockenes Land verwandelt, Berge und Klippen

pen geſpalten, große und blühende Städte zertrümmert und ungeheuere Ueberſchwemmungen veranlaſſet worden, wobey eine unzählige Menge Menſchen ihr Leben eingebüßet haben. Von dergleichen Veränderungen und Verwüſtungen, welche die Oberfläche unſerer Erde durch Erdbeben erlitten hat, findet man ſchon bey den alleräͤlteſten Schriftſtellern Erwähnung. Beſonders ſind in allen denjenigen Ländern, welche Vulkane enthalten, und welche nicht weit von Meeren liegen, die Erdbeben häufig geweſen. So glaubte man ſchon bey den Alten, daß Sicilien von dem feſten Lande durch ein Erdbeben abgeſondert worden ſey. Nach der Erzählung des Seneca [α]) wurden auch die Städte Herculanum und Pompeji durch ein Erdbeben faſt gänzlich zu Grunde gerichtet, und ſechszehn Jahr darauf durch einen Ausbruch des Veſuvs unter vulkaniſche Aſche begraben. In Sicilien pflegt man in einem Jahrhunderte ungefähr acht allgemeine Erdbeben und neun Ausbrüche des Aetna zu haben, wie denn auch nach einem chronologiſchen Verzeichniſſe, welches Hr. **Lichtenberg** [β]) mittheilet, ſind ſeit dem Jahre 1169 daſelbſt faſt eben ſo viele Erdbeben, als Ausbrüche des Aetna geweſen. In denjenigen Ländern, welche keine Vulkane haben, ſind die wärmern dem Erdbeben mehrentheils ſtärker ausgeſetzet, als die kältern. So ſind die Erdbeben in Ungarn ziemlich gewöhnlich, in Pohlen aber ſelten. Deutliche Spuren von Vulkanen und vulkaniſchen Produkten zeigen die lipariſchen und äoliſchen Inſeln, welche den Berichten der Alten gemäß durch Erdbeben aus dem Meergrunde ſind erhoben worden. Auch ſind oft die Ausbrüche der Vulkane mit Erdbeben verbunden, welche nachher beym gänzlichen Ausbruche gemeiniglich aufhören, und dieß beweiſet beynahe mit Gewißheit, daß die Erdbeben gewöhnlich von eben denſelben Urſachen abhangen, welche die Ausbrüche der Vulkane bewirken. Jedoch ſcheinen aber nicht alle Erdbeben dieſelben Urſachen zu haben, indem ſich viele von ihnen durch die Bleyfarbe des Himmels

 und

α) Quaeſt. natur. VI. 1.

β) Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. II. St. 2. S. 169.

und durch beſondere Wolken, ſo wie die Gewitter, anzukündigen, und ſcheinen daher auch auf eine ähnliche Art wie dieſe zu entſtehen.

Die ſchrecklichſten Erdbeben in den neuern Zeiten ſind die von den Jahren 1746. 1755. 1774 und 1783 geweſen. Das erſtere zerſtörte Callao und die Stadt Lima, welche ſchon ſeit dem funfzehnten Jahrhunderte verſchiedenen Anfällen von Erdbeben ausgeſetzet war. Dabey wurden 23 Schiffe vom Meere verſchlungen, und vier andere, welche auch im Hafen Callao lagen, faſt eine Meile weit aufs Land geworfen. Alle dieſe Verwüſtungen erfolgten in einem Zeitraume von drey Minuten. Das zweyte Erdbeben verwüſtete **Liſſabon**, wobey man zugleich in Liſſabon an verſchiedenen Orten Flammen aus der geborſtenen Erde hervorbrechen ſah. Dieſes ſchreckliche Erdbeben hat man zu gleicher Zeit auf einem ſehr großen Theile der Erdfläche von Grönland bis Afrika verſpüret. In Deutſchland, der Schweiz, Norwegen, Schweden und verſchiedenen andern Orten, wurde es zwar nur an der ungewöhnlichen Bewegung des Waſſers bemerket; allein verſchiedene Orte in Frankreich, faſt ganz Spanien, Marocco, Fez u. ſ. w. erhielten ſtarke erſchütternde Stöße. Selbſt in Amerika wurden Erſchütterungen wahrgenommen. Hierbey wurde zugleich das Meer auf eine gewaltſame Weiſe erhoben, und dadurch faſt eine allgemeine Ueberſchwemmung der weſtlichen Küſten unſeres feſten Landes bewirket α). Das dritte Erdbeben zerſtörte **Guatimala**, und das vierte verwüſtete ganz Calabrien und Meſſina: hierbey ſanken die Berge ein, und erzeugten ſich in Ebenen neue Berge und Thäler u. d. g. β).

Bey dem Erdbeben wird gewöhnlich ein beſonderes Getöſe und Rollen unter der Erde wahrgenommen. Auch will man bemerket haben, daß vorzüglich auf naſſe Jahre Erdbeben

α) *Sam. Chriſt. Hollmann* de terrae motibus, in primis nupero Vlyſſiponenſi in ſyllog. commentat. p. I.

β) Hamilton Nachricht von dem letzten Erdbeben in Calabrien und Sicilien aus dem Engliſchen überſetzt von G. F. Wehrs. Hannover. 4. aus den Philoſ. transact. Vol. LXXIII. P. I.

ben erfolgen, daß vor dem Ausbruche Feuerkugeln, fliegende Drachen, Sternſchnuppen und dergleichen feurige Lufterſcheinungen vorhergehen. Selbſt geben die Thiere eine halbe Stunde und länger vorher Zeichen der Furcht: die Pferde wihern und reiſſen ſich aus dem Stalle los, die Hunde heulen, die Vögel fliegen unruhig hin und her, die Mäuſe kriechen aus ihren Löchern. Die Brunnen- und Quellwaſſer werden oft vorher trübe, oder es fährt zuweilen ein feiner Dunſt aus der Erde, welcher denen, die im Freyen gehen, die Füße verhüllt, wobey ſie die Empfindung haben, als ob ſie Jemand feſt hielt. Faſt alle Mahl ſind die Erdbeben mit den heftigſten Bewegungen des Meeres vergeſellſchaftet, welches abwechſelnd zurücktritt und ſich wieder erhebet, in den Häfen ſtoßen die Schiffe an einander, und ſelbſt in der offenen See nimmt man Erſchütterungen wahr.

Die Erſchütterungen und Stöße der Erdbeben dauern gewöhnlich nur einige Sekunden, oft aber auch viele Minuten; ſie kommen aber nicht ſelten nach einiger Zeit wieder, und zuweilen wird die Erde erſt nach einigen Monathen oder nach ein Paar Jahren wieder ganz ruhig. Gewöhnlich nehmen die Erdbeben nur einen Strich, und ſchränken ſich ſehr ein, ſo daß z. B. in einer etwas großen Stadt der eine Theil dergleichen nur empfindet, der andere Theil hingegen entweder gar nicht, oder doch viel ſchwächer. Zuweilen aber erſtrecken ſie ſich auf eine erſtaunende Weite, und in dieſem Falle pflanzen ſie ſich gewöhnlich mit einer ſehr großen Geſchwindigkeit fort. Zuweilen thun die Erdbeben keinen Schaden, zuweilen aber ſind ſie äußerſt verheerend und erſchrecklich. Die Thürme und Schornſteine ſind vorzüglich diejenigen Theile an den Gebäuden, welche zuerſt einzuſtürzen pflegen. Ueberhaupt ſind hohe und ſchwere Gebäude bey Erdbeben am gefährlichſten, weil ſie oft ſo plötzlich einfallen, daß keine Zeit zum Retten übrig iſt. Oft pflegen auch durch Erdbeben Seen, Bäche und Quellen ganz zu vertrocknen, und hingegen andere Quellen an Oertern zum Vorſchein zu kommen, wo vorher keine waren. Auch pflegt ſich die Witterung ſogar

bey

bey ſtarken Erdbeben merklich zu ändern, und einige Jahre hindurch nachher in gewiſſen Stücken ungewöhnlich zu ſeyn.

Ueber das Entſtehen der Erdbeben haben die Phyſiker von jeher verſchiedene Meinungen gehabt. Da die Erdbeben unläugbar einen ſo großen Zuſammmenhang mit den Vulkanen beweiſen, ſo haben auch die mehreſten Naturforſcher die Entſtehung derſelben aus einem unterirdiſchen Feuer hergeleitet. Von dieſem unterirdiſchen Feuer aber hat man ſich verſchiedene Vorſtellungen gemacht. Die ältern Naturforſcher glaubten, daß in dem Innerſten der Erde ein beſtändiges Feuer brenne, welches ſie Centralfeuer nannten (m. ſ. **Centralfeuer**) und welches durch ſeinen Ausbruch Vulkane und Erdbeben bewirke. Da man aber mit dieſer Vorſtellung nicht auskommen konnte, ſo gedachte man ſich das unterirdiſche Feuer näher an die Oberfläche der Erde verſetzet, welches durch Entzündung der Schwefelkieſe und anderer brennbaren Materien entſtanden ſey, und nahm dabey an, daß ſich Dämpfe entwickelten, welche mit Hülfe unterirdiſcher Winde die Erdbeben verurſachen. Andere Naturforſcher ſuchen dieſe Erſcheinungen von der Wirkung der Elektricität abzuleiten. Unter dieſen letztern gehöret vorzüglich Dr. **William Stukeley** [a]). Zu der Vermuthung, daß die Erdbeben eine bloße Wirkung der Elektricität wären, gaben ihm die Erdbeben zu London, am 8. Febr. und 8. März 1749, und ein anders am 30. Septemb. 1750, welches ſich in verſchiedenen andern Gegenden von England verſpüren ließ, Gelegenheit. Er ſucht zuerſt die Meinung derjenigen Naturforſcher zu widerlegen, welche das Erheben des Erdbodens beym Erdbeben von unterirdiſchen Winden, Feuer, Dünſten, oder ſonſt etwas, was eine Exploſion verurſachet, ableiten, und ſagt, daß es noch gar nicht erwieſen ſey, daß die Erde inwendig aus lauter Klüften und Höhlungen beſtehe;

a) Letter to Martin Folkes on the cauſes of Earthquakes in den Phil. transact. Vol. XLVI. n. 497. the philoſophy of Earthquakes natural and religious, or Enquiry into their cauſe and their purpoſe. Lond. 1750. 8.

ſtehe; ſondern, daß man vielmehr allen Grund habe zu vermuthen, daß dieſelbe großentheils dicht ſey, ſo daß ſie wenig Raum zu innern Veränderungen und Gährungen innerhalb ihrer Subſtanz übrig laſſe; wie man denn auch, wenn ſich die Kohlengruben entzünden, nichts, das einem Erdbeben ähnlich wäre, bemerke. Bey dem letztern Erdbeben zu London habe man weder Feuer, Dampf, Rauch, Geruch, noch einen Ausbruch von irgend einer Art bemerket, obgleich die Erſchütterung ſich auf 30 Meilen im Durchmeſſer erſtrecket habe. Wären Dämpfe und unterirdiſche Gährungen, Explosionen und Ausbrüche die Urſache der Erdbeben, ſo müßte dadurch nothwendig das Syſtem der Quellen und Brunnen zerſtöret werden, dergleichen man doch in der That nicht bemerket habe. Außerdem lehre die Theorie der Minen, daß eine 30 Meilen weit reichende Erſchütterung eine 15 bis 20 Meilen tief wirkende Kraft erfordere, und nach eben dieſer Theorie müſſe das Erdbeben, welches in Kleinaſien im 17. Jahre nach Chriſti Geburt 13 große Städte in einer Nacht verwüſtet habe, aus einer Tiefe von 200 Meilen herauf und mit einer Kraft gewirket haben, welche durch Dämpfe gar nicht hervorgebracht werden könnte. Allein man ſieht wohl, daß ſich die Theorie der Minen auf die Erdbeben gar nicht anwenden laſſe. Es iſt ſchon aus der Natur der Sache zu ſchließen, und auch ſelbſt aus neuern Erfahrungen genugſam bekannt, daß die unterirdiſchen Höhlen gar nicht das Regelmäßige beſitzen, was bey den Minen Statt findet.

Nachher bemühet er ſich zu zeigen, daß das Erdbeben nichts weiter als eine elektriſche Erſchütterung ſey; denn die vorhergegangene Witterung und Fruchtbarkeit, nebſt den Nordlichtern, Sternſchnuppen, Feuerkugeln und andern feurigen Materien beweiſen, daß zur Zeit der londner Erdbeben die Atmosphäre vorzüglich elektriſch geweſen ſey. Habe ſich nun dieſer Atmosphäre eine unelektriſche Wolke genähert, wodurch eine Entladung der höchſt elektriſchen Erde erfolget

ſey

ſey, ſo müſſe nothwendig daraus eine ſtarke Erſchütt
der Erdfläche entſtanden ſeyn.

Auch Dom **Andreas Bina** α) hat die Erdbeben
der Wirkung der Elektricität herzuleiten geſuchet. E
mühet ſich, dieſe Erſcheinung durch die Erſchütterung
leidenſchen Verſuches begreiflich zu machen; er ſagt näm
Waſſerbehältniſſe, welche ſich in der Erde befinden, k
die Stelle der Flaſche vertreten, die Gänge oder K
welche durch die Erde gehen, hingegen die eiſernen D
und es werde die Erde über dieſen Klüften und Gänge
das empfinden, was der Menſch bey der Entladun
Flaſche fühlet. Uebrigens meinet er, daß dieſe unt
ſchen Waſſerbehälter mit Schwefel und Pech umzogen n

D. **Hales** β) führt bloß an, daß die ſchwächern
ſchütterungen, welche nicht durch nahe Vulkane veru
werden, als Wirkungen der Entzündung aufſteig
Schwefeldämpfe durch das Blitzen einer ſchwefeligen
zu erklären.

Von **Beccaria** γ) werden die Erdbeben von der
kung der Elektricität alſo abgeleitet: es könne nämlic
Gleichgewicht der elektriſchen Materie auf irgend ein
in dem Innerſten der Erde aufgehoben werden, ſo daß
ſelbe am beſten dadurch wieder hergeſtellet werde, wen
Fluidum die Erde zerberſte, und ſeinen Weg in di
nehme, und noch eine weite Strecke durch die Atmoſphä
durchgehe, wodurch nothwendig die Erde in eine
Erſchütterung verſetzet werden müſſe. Verſchieden
ſtände, womit Erdbeben begleitet zu ſeyn pflegen, ſu
zu dieſer ſeiner Meinung zu benutzen; man habe näml
den Ausbrüchen der Vulkane und vorzüglich des Veſu
ters Lichtflammen gleich den Blitzen zu eben der Ze
Aſche und andere leichte Materie aus denſelben in die L

α) Ragionamente ſopra la cagione de' terremoti etc. in
1751. 4.
β) Some conſiderations on the cauſes of Earthquakes in den
transact. Vol. LXVI. n. 497.
γ) Lettere dell' elettriciſmo. Bologna 1758. 4.

führet worden, herausfahren geſehen; eben dieß habe man auch bey den Erdbeben beobachtet, und außerdem ein rumpelndes Getöſe gleich einem Donner gehöret. Der vorzüglichſte Umſtand beym Erdbeben aber, welcher offenbar die Identität mit dem elektriſchen Schlage beweiſe, ſey die erſtaunliche Geſchwindigkeit, womit die Erde bey den Erdbeben erſchüttert wird. Ein Erdbeben ſey kein allmähliges Heben, wie man etwa von anderweitigen Urſachen hätte erwarten können, ſondern eine augenblickliche Erſchütterung, ſo daß ſelbſt die Flüſſigkeit des Waſſers vor dem Stoß nicht geſichert iſt. Man fühle dieß auf wirklichen Schiffen viele Meilen von den Küſten ab, als ob dieſelben an eine Klippe ſtießen. Hierbey führt er zugleich noch einige Verſuche an, um dieſe ſeine Meinung noch mehr zu beſtätigen: wenn man nämlich zwey Stücken Glas, worein ein dünnes Stück Metall eingeſchloſſen iſt, in der Hand hält, ſo fühle man, wenn eine elektriſche Entladung durch dieſelben hindurchgehet, eine heftige Erſchütterung oder zitternde Bewegung.

Dieſen Verſuch hat man in der Folge dem Erdbeben noch ähnlicher zu machen geſuchet. Herr **Cavallo** *) legt die Enden zweyer Dräht auf ein Glas, ſo daß beyde in einer geraden Linie liegen, und etwa einen Zoll weit von einander entfernet ſind; hierauf legt er zwiſchen beyde Drähte auf das Glas ein ſtarkes Stück Elfenbein mit einem Gewichte beſchweret, und läßt durch die Drähte zwiſchen dem Glaſe und Elfenbeine den Schlag einer geladenen Batterie hindurchgehen. Auf dieſe Art wird das Glas durch den Schlag mehrentheils zerbrochen. Das auf dem Glaſe liegende Gewichte wird allezeit durch den Schlag erſchüttert, und bisweilen ganz von dem Elfenbein herabgeworfen. Obgleich Herr **Cavallo** den Gedanken, die Erdbeben aus der Wirkung der Elektricität herzuleiten, nur als Muthmaßung zulaſſen will, welches gelegentlich weiter zu unterſuchen wäre, ſo führet er doch dabey an, daß man ſie indeſſen als die wahr-

*) Vollſtändige Abhandlung der Lehre der Elektricität. Leipz. 1797. 8. B. I. S. 67. 224.

wahrſcheinlichſte Erklärung dieſer ſo bewundernswürdigen Naturbegebenheit anſehen könne.

Vorzüglich hat man in Frankreich die Erdbeben als eine elektriſche Wirkung mit vieler Zuverläſſigkeit erklären wollen. Zwar gibt es einige, welche bey dem Erdbeben die Mitwirkung des unterirdiſchen Feuers und der Dämpfe nicht ausſchließen; allein den Urſprung der Entzündung leiten ſie doch von der elektriſchen Materie her, welche ſich im Innern der Erde thätig erweiſen ſoll. Auf dieſe Hypotheſe hat ſogar **Bertholon St. Lazare** [α]) einen Vorſchlag gegründet, um ganze Gegenden gegen die Wirkungen der Erdbeben zu ſchützen, ſo wie durch die Blitzableiter die Gebäude. Sein Vorſchlag geht nämlich dahin, zu dieſer Abſicht lange eiſerne Stangen ſo tief, als es nur thunlich iſt, in die Erde einzugraben, deren beyde Enden, ſo wohl das eingegrabene als auch das in die Luft hervorragende mit einer Krone von verſchiedenen Spitzen verſehen ſeyn ſollen. Das untere Ende dieſer Stangen ſoll ſich in mehrere lange Aeſte zertheilen, um dadurch eine beſtändige leitende Verbindung und ein beſtändiges Gleichgewicht der elektriſchen Materie zwiſchen der Atmosphäre und dem Innern der Erde zu erhalten, oder, wenn ja eine Störung des Gleichgewichtes Statt finden ſollte, dadurch wenigſtens einen unſchädlichen Uebergang der elektriſchen Materie zu verſchaffen. Auch hat Herr **Wiedeburg** [β]) dieſe Vorſchläge wiederhohlet, und ſelbſt die Errichtung von Pyramiden als einen Schutz gegen die Erdbeben vorgeſchlagen. Geſetzt nun auch, die Erdbeben wären wirklich als Wirkungen der Elektricität zu betrachten, könnte wohl eine ſolche Menge elektriſcher Materie, welche durch die Erdbeben oft ſolche erſchreckliche Verwüſtungen anrichtet, durch dergleichen ſchlechte Mittel, ohne weitern Schaden zu thun, abgeführet werden? Da man überhaupt nicht weiß, ob die elektriſche Materie wirklich vorhanden, und vielleicht durch Mittel alsdann abgeführet werden könnte, oder ob ſie mit weit

α) *Rozier* journal de phyſique. Août, 1779.
β) Ueber die Erdbeben. Jena, 1784. 8.

weit größerer Wahrſcheinlichkeit jeder Zeit erſt als ein neues Produkt gebildet werde, ſo würden in dieſem letztern Falle alle dieſe Vorſchläge eben ſo wenig den erwünſchten Erfolg haben können, als man ſonſt bey den Spitzen der Blitzableiter vermuthete. Allein es iſt bey weitem noch nicht mit Gewißheit erwieſen, daß die Erdbeben allein Wirkungen der Elektricität ſeyn ſollten.

De la Metherie *) iſt der Meinung, daß die Erdbeben von unterirdiſchen Feuern und von eben denſelben Urſachen abhangen, welche die Ausbrüche der Vulkane bewirken. Denn, er ſagt, wenn Waſſer in die unterirdiſchen Behälter kömmt, ſo wird es in Dünſte verwandelt werden, zugleich wird ſich viel Luft daraus entbinden, und dieſe feinen Flüſſigkeiten werden in die Spalten eindringen, ſich in denſelben ausbreiten und ſo in einem größern oder kleinern Stücke Landes eine Erſchütterung zu Wege bringen. Bey allen heftigen Erdbeben ſehe man Flammen an Orten, wo man ſo etwas nicht ahnete, aus der Erde hervorbrechen. Es ſtellten ſich zwar Erdbeben auch an Orten ein, wo man nichts weniger als unterirdiſche Feuer vermuthen ſollte, welche Erſcheinung in der That höchſt merkwürdig ſey, wie z. B. in der Schweiz und derſelben Nachbarſchaft, in den Pyrenäen, in Gascogne, in der Gegend von Bourdeaux, in dem Jura, in der Gegend um Dijon, in der Pfalz, in den Niederlanden u. ſ. f.; ſo ſey es doch möglich, daß hier ſolche Feuer ſeyn, welche ganz ſtill, und ohne einige Bewegung zu verurſachen, brennen, und die vielleicht durch einige Ueberbleibſel von jenen brennbaren Materien unterhalten werden, welche den feuerſpeienden Bergen, die ſonſt im Breisgau, an den Ufern des Rheins u. ſ. waren, Nahrung darreichten, und ſie eine Zeitlang in Wirkſamkeit erhielten. Mehrere Provinzen von China ſeyn Erdbeben ausgeſetzet geweſen, ob man gleich nichts

*) Theorie der Erde aus dem Franz. überſ. und mit Anmerk. vermehret von Dr. Eſchenbach. II Theile. Leipz. 1797. 8. Th. II. S. 368 u. ſ.

nichts von Vulkanen in dieſen Ländern wiſſe. Selbſt breiteten ſich auch die Erdbeben bis an Orte aus, an welchen man zu der Zeit, da man die Wirkungen entfernter Erſchütterungen verſpüre, keine unterirdiſchen Feuer zu vermuthen Grund habe; denn wenn an dieſen Orten ebenfalls ſolche Feuer zugegen wären, ſo würde die Bewegung ſich in demſelben Augenblick äußern. Man müſſe alſo annehmen, daß eine ſolche Bewegung ſehr entlegenen Orten mitgetheilet werde, und es laſſe ſich dieſer Erfolg auf eine leichte Art erklären, wenn man auf die Höhlen und Spalten, die ſich in den Gebirgen finden, Rückſicht nehme. Das in Dunſt aufgelöſete Waſſer und die verſchiedenen elaſtiſchen Flüſſigkeiten, welche ſich aus den unter der Erde brennenden Subſtanzen entbinden, dringen mit Gewalt in die Spalten ein und wirken gerade ſo, wie ein heftiger Wind; ſie verurſachen zugleich ein ſtarkes Getöſe, und ſetzen alles, was ihrem freyen Laufe hinderlich iſt, in Bewegung; der Stoß wird alſo da, wo der Spalt enger iſt, ſtärker ſeyn, und ſich mehr äußern, als an den Orten, wo er weit iſt. Daraus läßt ſich erklären, warum alle Orte, welche in der geraden Richtung des Stoßes oder über derſelben liegen, nicht auf gleiche Art erſchüttert werden. Der Stoß werde übrigens um ſo mehr an Heftigkeit abnehmen, je mehr er ſich von dem eigentlichen Feuerheerde entferne, weil ſich die Dünſte, ſo wie ſie durch dieſe kalten Gegenden gehen, verdichten werden. Auch könnten die Dünſte, noch in einer gewiſſen Entfernung vom unterirdiſchen Feuer, brennen, wenn ſie nicht Zeit genug gehabt hätten, um ſich abzukühlen, und ſie werden daher, ſo bald ſie mit der freyen Luft in Berührung kommen, in Flammen ausbrechen.

Aus allen dieſen Thatſachen könnten wir nun folgende wichtige Schlüſſe ziehen: 1. es gibt viele unterirdiſche Feuer, die uns ganz unbekannt ſind, und die gewöhnlicher Weiſe ganz ruhig brennen; wenn aber durch örtliche Umſtände Gelegenheit gegeben wird, daß Waſſer zu dieſen Feuern gelangt, ſo wird dieſe Flüſſigkeit in Dünſte verwandelt werden und dann mehr oder weniger heftige Stöße und Erſchütterungen

zu Wege bringen; 2. es gibt viele Spalten und Höhlen unter der Erde, welche ſich ungemein weit erſtrecken. Dergleichen Spalten kommen nur in Gebirgen der zweyten Art vor (m. ſ. **Berge**), und wirklich pflanzen ſich die Erdbeben auch immer nur durch dieſe Gebirgelagen fort, und das Erdbeben zu Liſſabon, das ſich ſo außerordentlich weit erſtreckte, beweiſet, daß ſolche Spalten ſehr weit und ſelbſt unter dem Meere fortgehen. Auch habe man noch keine Beobachtungen gemacht, welche beweiſen könnten, daß Erdbeben in urſprünglichen Gebirgen Statt gehabt hätten; indeſſen könnten dieſe Gebirge durch die Erſchütterungen, welchen die an dieſelben angrenzenden Gebirge von der andern Art ausgeſetzet geweſen ſind, allerdings ſo beweget worden ſeyn, daß man Stöße in denſelben bemerket habe. Bey der Zerſtörung Calabriens blieben die Städte, die auf Granit erbauet waren, unverſehrt ſtehen, indeß diejenigen, welche auf oder dicht an Steinlagen von der zweyten Art ſtanden, umfielen und zertrümmert wurden. Es beſtehe alſo eine Wirkung ſolcher Erdbeben darin, daß die Erdſchichten, in welchen ſich dieſelben äußern, ihre Lage verändern und oft ganz umgekehret werden.

Zuletzt bemerket er noch, daß freylich ſo viel gewiß ſey, daß wir die Kräfte dieſer unterirdiſchen Dünſte nicht ganz genau zu ſchätzen im Stande wären.

Es iſt nicht zu verkennen, daß die Elektricität eine mitwirkende Urſache der Erdbeben ſey, allein ſie für die alleinige und Haupturſache anzunehmen, iſt gewiß zu weit gegangen. Sie ſind zu genau mit den Vulkanen und überhaupt mit einem Boden verbunden, worin Höhlen, Klüfte, brennbare Materialien und unterirdiſche Entzündungen und Erhitzungen ſich befinden, als daß man mit **de la Metherie** die Wirkungen derſelben nicht als Wirkungen unterirdiſcher Feuer halten ſollte. Wie erſtaunenswürdig Dämpfe im eingeſchloſſenen Raume wirken, iſt ſchon unter dem Artickel **Dämpfe** hinlänglich gezeiget worden, und es ſind gewiß dieſe mit den daraus folgenden Umſtänden hinreichend, die

ſchreckliche Erſcheinung der Erdbeben gehörig und richtig erklären. M. ſ. **Vulkane.**

M. ſ. **Torb. Bergmann** phyſikaliſche Beſchreibu der Erdkugel, aus dem Schwed. überſ. von **Röhl.** Greifs 1780. 2. Band. §. 150 u. f. **Prieſtley** Geſchichte der E ktricität durch **Krünitz.** S. 240 u. f.

Erdbebenmeſſer iſt eine Vorrichtung, die Stä der Erdbeben dadurch zu beſtimmen. Der Mechani **Salſano** in Neapel hat einen ſolchen Erdbebenmeſſer gegeben, welchen Herr **Lichtenberg** *) beſchrieben h Es beſtehet dieſer aus einem Pendel mit einem Gewic von 36 Pfund, welches am untern zugeſpitzten Ende ei feinen Pinſel mit flüſſiger Farbe beſitzet. Dieſer zeichnet Richtung der Stöße der Erdbeben auf ein über einer Bo ſole liegendes Papier. Am Pendel iſt eine Querſtange Knöppeln angebracht, welche bey der Bewegung desſelb an eine Glocke anſchlagen, um den Beobachter aufmerkſ zu machen.

Erdbeſchreibung ſ. **Geographie.**

Erdbrand, isländiſcher ſ. **Vulkane.**

Erde ſ. **Erdkugel.**

Erden (terrae, terres) heißen unentzündliche, feu beſtändige Körper, welche ſich ohne Zwiſchenmittel 200 Theilen Waſſer nicht auflöſen laſſen. **Einfache E den** (terrae primitiuae ſ. ſimplices) nennt man dieje gen, welche durch die chemiſche Kunſt in keine andern gleichartigen Beſtandtheile zerleget werden können. neuere Chymie rechnet die einfachen Erden zu den un legten Körpern. Man kennt gegenwärtig davon folge Arten: 1. die **Kieſelerde,** 2. die **Kalkerde,** 3. **Talkerde,** 4. die **Thonerde,** 5. die **Schwereră** 6. die **Strontionerde,** 7. die **Zirkonerde.** Zu die einfachen Erden hat man auch noch vor kurzem die bey **Arten, Auſtralerde** und **Diamantſpatherde** gerech

wel

*) Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchic B. II. St. 2. S. 68.

welche auch von mir noch im erſten Theile dieſes Wörterbuchs als einfache Erden ſind aufgenommen worden. Allein Herr **Klaproth** hat nunmehr die Auſtralerde zerlegt, und die **Diamantſpatherde** als ein Irrthum wieder zurückgenommen. Viele von dieſen Erden verbinden ſich mit den Säuren auf eine ähnliche Weiſe, wie die Alkalien, verlieren aber dadurch ihre Eigenſchaften als Säuren auf andere Körper zu wirken. Sie heißen aus dieſem Grunde auch **alkaliſche** oder **abſorbirende Erden.** Von allen dieſen Erden wird in beſondern Artikeln dieſes Wörterbuchs geredet werden.

Erdferne (apogaeum, apogée) heißt derjenige Punkt in der Bahn eines um unſere Erde laufenden Geſtirnes, welcher von der Erde am weiteſten entfernet iſt.

Nach der ptolemäiſchen Weltordnung konnte man nur alsdann eine Erdferne ſo wohl der Planeten als auch der Sonne annehmen, wenn die Kreisbahnen dieſer Weltkörper um die Erde ſo beſchaffen ſind, daß in ihrem Mittelpunkte die Erde nicht ganz genau befindlich war; denn außerdem würden alle Punkte der Bahn eines jeden von dieſen Weltkörpern von der Erde gleich weit entfernet geweſen ſeyn, und daher auch keine Erdferne haben Statt finden können. Nach dem copernikaniſchen Syſtem hingegen iſt der Mond der einzige Weltkörper, welcher in einer elliptiſchen Bahn um die Erde läuft, in deſſen einem Brennpunkte die Erde liegt, und es kann daher auch nur die Erdferne des Mondes in Betrachtung gezogen werden.

Wenn der Mond im Vollmond und zugleich in der Erdferne iſt, ſo hat man den ſcheinbaren Durchmeſſer desſelben 33′ 34″ gefunden. Uebrigens bleiben die Erdferne und der derſelben gerade entgegengeſetzte Punkt der Mondsbahn oder die Erdnähe nicht in einerley Stelle, ſondern ſie rücken bald vorwärts bald rückwärts; vorwärts nämlich, wenn der Mond im Neumond oder Vollmond mit der Erdferne und Erdnähe in gerader Linie iſt, und rückwärts, wenn der Mond ſelbige in Viertheilen trifft. Das mittlere Fortrücken der Erdferne

beträgt täglich 6′ 41″, alſo jährlich 40° 49′ 52″, und macht folglich in 8 Jahren, 309 Tagen, 8 Stunden, 37 Minuten, 30 Sekunden einen ganzen Umlauf. In der Erdferne iſt der Mond von uns 63,62 Erdhalbmeſſer entfernet.

Erdfälle ſ. **Höhlen.**

Erdgürtel ſ. **Erdſtriche.**

Erdharze (bitumina, bitumes) ſind entzündliche mineraliſche Körper, welche durch die Deſtillation flüſſige Oele geben. Es gibt von dieſen folgende Arten: 1. **das Steinöl, 2. Bergnaphtha, 3. Erdpech, 4. bituminöſes Holz, 5. Steinkohle** und **7. Bernſtein.**

Das **Steinöl, Erdöl, Bergöl** (oleum, petroleum) iſt von Farbe braunroth oder ſchwärzlich braun, läßt ſich entzünden, wenn es vorher erwärmt iſt und brennt mit einer ſtarken Flamme, wobey es vielen Rauch hat und Ruß abſetzet. Im Waſſer und Weingeiſte löſet es ſich nicht auf, durchs Deſtilliren aber gewinnt man daraus zuerſt ein feineres, dann aber ein brennzliches braunes und ſäuerlich ſchmeckendes Oel. Die Beſtandtheile desſelben ſind noch nicht genugſam bekannt.

Bergnaphtha, Bergbalſam (Naphtha) iſt ſehr flüchtig und läßt ſich mit Waſſer ganz wie ein Oel überdeſtilliren. Ihr Geruch iſt ſtark, durchdringend, und ihre Farbe weißgelblich. Sie läßt ſich ſchon in der Ferne anbrennen, und brennt mit einer bläulich gelben Flamme mit Rauch und Ruß. Sie löſet ſich weder im Waſſer noch Weingeiſte auf, ſondern ſchwimmt auf ſelbigen wie ein Oel. Beym Verbrennen zeiget ſich kohlenſaures Gas, ſonſt ſind aber ihre wahren Beſtandtheile noch nicht entdecket worden.

Bergtheer (maltha, cedria terreſtris) hat faſt alle Eigenſchaften wie das Bergöl, iſt nur etwas zäher und klebriger und ſchwarzbrauner als dieſes. Es ſchwimmt auf dem Waſſer und hat einen ſtarken Geruch und Geſchmack. Es ſcheint überhaupt aus den nämlichen Beſtandtheilen zuſammengeſetzet zu ſeyn, wie das Steinöl.

Erd-

Erdpech, Judenpech (aſphaltum) iſt ein ſprödes und feſtes Erdharz, und daher leicht zerbrechlich. Wenn es gerieben oder erhitzt wird, hat es einen ſtarken Geruch; über dem Feuer ſchmelzet es, blähet ſich auf und brennt mit einer ſtarken rußigen Flamme. Die Beſtandtheile ſind ebenfalls noch nicht genugſam unterſuchet.

Bituminöſes Holz, Torf (ſpiſſaxylon) iſt eigentlich ein wahres Holz, deſſen Harz entweder in Erdharz nach und nach verwandelt, oder welches mit ſolchem Harze durchdrungen iſt.

Steinkohle (lithantrax, carbo foſſilis). Hiervon gibt es verſchiedene Arten: **Pechkohle, Schieferkohle, Grobkohle, Blätterkohle** und **Glanzkohle**, welche ſich von einander durch Glanz, Dichtigkeit und Bruch unterſcheiden. Die reinen Steinkohlen haben eine ſchwärzliche Farbe und verbrennen mit einer rußigen Flamme unter einem unangenehmen Geruch. Durch trockenes Deſtilliren erhält man kohlenſaures Gas, ammoniakaliſch ſchmeckende Flüſſigkeit und ein dünnes helleres Oel. Ihre Beſtandtheile ſind daher Kohlenſtoff, Waſſerſtoff, Ammoniak, Eiſen und Erde. Im Waſſer und Weingeiſte löſen ſie ſich nicht auf.

Bernſtein (ſuccinum, electrum, ambra flaua) von Farbe gelbglänzend, beſitzt eine mäßige Härte und Durchſichtigkeit, der Bruch iſt vollkommen muſchlich; außerdem läßt er ſich leicht zerſtoßen. Er enthält oftmahls Theile von Pflanzen und kleine Inſekten, welches wahrſcheinlich macht, daß er ein Produkt des Pflanzenreichs iſt. Wenn er gerieben, erhitzt und verbrennt wird, ſo zeiget er einen ſehr angenehmen Geruch und brennt mit einer geblich blau und grün vermiſchten Flamme, die einen ſtarken dicken Rauch abſetzet. Im Waſſer löſet er ſich nicht auf, im Weingeiſte aber nur ſehr ſchwach, woher die **Bernſteintinktur** entſtehet. Die Beſtandtheile des Bernſteins ſind Waſſerſtoff, Kohlenſäure und eine eigene Säure, welche **Bernſteinſäure** genannt wird (m. ſ. **Bernſteinſäure**). Benimmt

 man

man dem Bernſtein einen Theil der Säure durchs Röſten, ſo löſet er ſich in ätheriſchen Oelen auf.

M. ſ. **Gren** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chymie. Th. III. Halle 1795. 8. S. 1. §. 2045 u. f. deſſen Grundriß der Chemie. Th. II. Halle 1797. 8. S. 109. §. 1105 u. f.

Erdkugel, Erde (terra, globus terraqueus, terre) iſt der Planet, welchen wir bewohnen, und deſſen genauere Betrachtung uns äußerſt merkwürdig werden muß, indem theils von ihrer Geſtalt, Größe, Bewegung u. ſ. ſo viele Erſcheinungen abhangen, und theils ihre phyſiſche Kenntniß ſo viele Aufſchlüſſe über die Natur der unendlichen Menge von Körpern liefert. Man kann die Erde in dreyerley Rückſichten betrachten, nämlich in Rückſicht auf ihre Größe, Geſtalt, ihre Oberfläche, und überhaupt in welchem Verhältniſſe ſie mit den übrigen Himmelskörpern, die zum Sonnenſyſtem gehören, ſtehet; oder in Rückſicht ihrer innern Beſchaffenheit, oder in Rückſicht politiſcher Verhältniſſe der Theile auf der Oberfläche der Erde gegen einander; daher theilet man auch die Erdbeſchreibung in die mathematiſche phyſiſche und politiſche ab. Es wird hier von beyden erſtern gehandelt werden.

Wenn man irgend wo auf der Oberfläche der Erde ſich befindet, wo man allenthalben hin eine freye Ausſicht hat, ſo wird es uns ſcheinen, als wenn wir in dem Mittelpunkte eines Kreiſes uns befänden, deſſen Ebene, der **Geſichtskreis** oder **Horizont**, an der äußerſten Grenze derſelben, an dem ſcheinbaren blauen Himmelsgewölbe anſchließt. Bey dieſer Erſcheinung blieben ſehr viele von den Alten ſtehen, und ſtellten ſich daher die Erde als eine platte runde Scheibe vor. Noch andere wurden durch Begriffe vom Schwimmen der Erde verführet, ſich andere Geſtalten von der Erde vorzuſtellen. Alle dieſe Vorſtellungen von der Geſtalt der Erde hat **Riccioli** *) aus den Schriften der Alten zuſammen geſammelt. So lehreten die Chaldäer, daß die Erde einem Schif-

*) Almageſtum nouum. Tom. I. l. 2. cap. 1.

ſerboote ähnlich ſey, andere, ſie habe die Geſtalt eines Würfels, einer Pyramide u. ſ. f. **Leucipp** betrachtete ſie als eine Walze und **Demokrit** als eine Schüſſel. Allein es konnten dieſe Meinungen von der Geſtalt der Erde von keiner langen Dauer seyn. Wenn man nur aus einer weit ausgebreiteten Oberfläche der Erde entfernte hohe Gegenſtände, als Berge, Thürme u. d. g. betrachtet, ſo wird man die Spitzen derſelben eher als ihre untern Theile wahrnehmen. Je näher man aber denſelben kömmt, deſto mehr ſcheinen ſie ſich über den Horizont zu erheben; und umgekehrt, je weiter man ſich von ihnen entfernet, deſto mehr ſcheinen ſie ſich unter den Horizont zu verſtecken. Es folget alſo daraus, daß die Oberfläche der Erde nicht eben, ſondern krumm, und dieſe Krümmung ſo seyn müſſe, daß ihre erhabene Seite oben, die hohle aber unten liege. Es könnte alſo vielleicht die Erde eine kugelähnliche Geſtalt haben. **Thales, Anaximander, Parmenides, Epikurus, Pythagoras** und andere griechiſche Weltweiſen, lehreten auch ſchon, daß die Erde eine kugelähnliche Geſtalt beſitze.

Ariſtoteles *) bemühete ſich ſogar einen Beweis von der Kugelgeſtalt der Erde zu geben. Er ſagt, weil das Waſſer beſtändig nach der niedrigſten Gegend ſich hinbeweget, ſo kann es auch auf keiner Stelle auf dem Meere niedriger als auf der andern ſtehen; es müßten alſo alle Stellen von einem gewiſſen Mittelpunkte gleich weit entfernet seyn, dieß könne aber bey keinem andern Körper als bey einem kugelförmigen Körper Statt finden. Daß dieſer Beweis ſchon einen Mittelpunkt vorausſetzet, welcher eigentlich erſt erwieſen werden ſoll, ſieht ein jeder ein.

Den erſten und allgemeinſten Beweis von der Kugelgeſtalt der Erde, welchen auch wahrſcheinlich ſchon die alten griechiſchen Weltweiſen, und vielleicht noch vor ihnen andere Völker eingeſehen haben, geben die Mondſinſterniſſe. Denn bey dieſen geht der Mond durch einen Schatten, bey welchem ſich alle Zeit ein Theil von einer runden Scheibe auf

*) De coelo lib. II. cap. 4.

dem Monde zeigt, es mag dieſer mitten oder nord- oder ſüdwärts hindurchgehen. Da es aber bey ganz geringer Aufmerkſamkeit ſehr leicht einzuſehen iſt, daß dieß der Schatten der Erde ſey, welcher der Sonne gegenüber auf den Mond fällt, und nur eine Kugel in allen möglichen Stellungen, eine platte Scheibe, Kegel, Walze und Kugelſtück hingegen nur in einem einzigen Stande gegen das Licht einen kreisförmigen Schatten werfen kann, ſo läßt ſich alsdann leicht ſchließen, daß die Erde eine kugelförmige Geſtalt haben müſſe. Die Unebenheiten auf der Oberfläche der Erde ſind übrigens ſo geringe gegen den Halbmeſſer derſelben, wie unter dem Artickel **Berge** hinlänglich iſt gezeiget worden, daß ſie die Kugelgeſtalt der Erde auf keine Weiſe verändern können, wie ſie ſich dieſerwegen auch am Rande des Erdſchattens im Monde nicht zeigen.

Auch geben die veränderlichen Stellungen der Himmelskörper gegen den Horizont und gegen unſeren Scheitel einen eben ſo deutlichen Beweis für die kugelähnliche Geſtalt der Erde ab, wenn wir von einem Orte zum andern hingehen. Wenn nämlich ein Reiſender ſeinen Weg von Norden gegen Süden nimmt, ſo findet er, daß ſich die ſüdwärts ſtehenden Sterne immer mehr ſeinem Scheitel nähern, oder höher über den Horizont kommen, und eben dieß nimmt er wahr, wenn er von Süden gerade gegen Norden ſeinen Weg nimmt. Daß aber dieſe Erſcheinungen allein der runden Geſtalt der Erdoberfläche zu zuſchreiben ſind, und daß nicht etwa der Reiſende auf einer ebenen Fläche horizontal bis unter die anfänglich von ſeinem Scheitel entfernten Sterne hingehe, zeigt die fig. 37. Es ſey die angenommene ebene Erdfläche a f und ihre Kugelgeſtalt a b d; in a erſcheine der Stern ſ im Scheitel, und in r ſtehe ein anderer Stern einige Grade davon. Wenn nun der Reiſende auf einer ebenen Erdfläche von a bis f reiſen wollte, um den Stern r auch über ſeinem Scheitel zu haben, ſo müßte ſein Weg eben ſo groß ſeyn, als beyde Sterne von einander abſtehen, welche Weite, wie die Aſtronomie lehret, wenigſtens einige Millionen Meilen austragen

tragen könnte, welches aber wider alle Erfahrung ſtreitet; auf einer kugelförmigen Erde hingegen braucht er nur zu gleichem Endzwecke von a bis b fortzugehen, welcher Weg, wenn der Winkel c oder Bogen ſr etwa 5 Grade betrüge, nur den 72ten Theil vom Umfange der Erde in einem angenommenen Meilenmaße ausmacht, welches mit der Erfahrung völlig zuſammenſtimmt.

Auf eben dieſe Weiſe iſt die Erde rund von Oſten gegen Weſten, indem die Sonne und alle übrige Himmelskörper allen Bewohnern der Erde nicht zu gleicher Zeit auf- und untergehen, welches doch nothwendig erfolgen müßte, wenn ſie alle die Seite einer ebenen Erdfläche bewohnten. Es lehret vielmehr die Erfahrung, daß die Sonne und die übrigen Himmelskörper in den mehr oſtwärts liegenden Ländern alle Mahl früher; in den mehr weſtwärts liegenden aber ſpäter auf- und untergehen. Daß dieſe Erſcheinung ganz allein von der Kugelgeſtalt der Erde herrühre, zeigt die fig. 38. Es geht nämlich die Sonne ſ für den Ort c auf, für den Ort d unter, in t geht ſie für den Ort e auf, und für f unter; in r geht ſie für den Ort b auf und für a unter u. ſ. ſo wie die Sonne vom Morgen gegen Abend fortzurücken ſcheinet, und in jedem Augenblicke die halbe Erdkugel auf ein Mahl beſcheinet.

Vorzüglich wurde die Kugelgeſtalt unſerer Erde durch die Umſchiffung derſelben, ſelbſt für diejenige Claſſe der Menſchen, welche den Schein für Wahrheit halten, zur unbezweifelten Gewißheit gebracht. Sie iſt nun ſchon mehr als zwanzig Mahl umſeegelt worden, und die Schiffe kamen wieder in den Hafen ihrer Ausfahrt an, ohne auf dieſer Reiſe mit ihren Schiffen umwenden zu dürfen. Der Portugieſe, **Hernand Magellan**, war der erſte, welcher die Umſeegelung der Erde unternahm; er lief mit ſeiner Flotte den 10. Aug. 1519 von Sevilla aus, entdeckte an der ſüdlichen Spitze von Amerika die lange Meerenge, welche das feſte Land von dem ſogenannten Feuerlande trennt, und bis jetzt von ihm die **magellaniſche Straße** genannt wird,

ſchiffte

ſchiffte durch dieſelbe in die Südſee und nach Aſien. Er verlor zwar in der philippiniſchen Inſel Sebu ſein Leben, eines ſeiner Schiffe kam aber durch einen beſtändig weſtwärts gerichteten Lauf am 7. September 1522 wieder nach Spanien zurück. Unter den nachfolgenden Umſeegelungen der Erde ſind vorzüglich merkwürdig die des **Franz Drake**, eines Engländers, vom Ende des Jahres 1577 bis zum 16. Septemb. 1580; des **William Dampier** von 1689 bis 1691; des Lord **Georg Anſon** von 1740 bis 1744; des Commodore **Byron** von 1764 bis 1766; der Kapitains **Wallis** und **Carteret** von 1766 bis 1769; des **Bougainville**, eines Franzoſen, gleichfalls von 1766 bis 1769; und zuletzt die Seereiſen des berühmten Seekapitains, **James Cook**, wovon die erſte in den Jahren 1768 bis 1771 mit den Herrn **Banks** und **D. Solander**, die zweyte mit den beyden Herrn **Forſter** in den Jahren 1772 bis 1775, und die dritte als eine Entdeckungsreiſe im Ocean zwiſchen Amerika und Aſien von 1776 bis 1780 gemacht wurde. Auf dieſer letztern Seereiſe verlor zwar dieſer Seefahrer auf der Inſel O-wai-hi, im nördlichen Theile des Oceans, unglücklicher Weiſe ſein Leben; ſein Schiff kam aber doch unter der Führung des Kapitains **King** nach England zurück. Alle dieſe Seereiſen, die beyden letztern ausgenommen, ſind ganz in der Richtung von Oſten gegen Weſten unternommen worden, und beweiſen unwiderſprechlich, daß die aus Land- und Waſſer beſtehende Erdoberfläche überall frey und bewohnbar ſey, und daß folglich der kugelähnliche Erdkörper nirgends aufliege, ſondern frey im unendlichen Weltraume ſchwebe.

Die phyſikaliſche Urſache der angenommenen Kugelgeſtalt bey der Entſtehung unſerer Erde iſt die Kraft der Schwere, welche aller Materie weſentlich inhäriret. Vermöge dieſer Kraft haben alle Theile der Materie unſerer Erde ein Beſtreben zur Annäherung. Hat nun dieſe ein Uebergewicht über die der Materie weſentlich zukommende zurückſtoßende Kraft, ſo müſſen ſich nothwendig dieſe Theile einan-

einander nähern, und daraus entſtehet eine mittlere Richtung nach dem gemeinſchaftlichen Mittelpunkte der Richtungen aller anziehenden Kräfte, nach welcher ſie ſich mit beſchleunigter Bewegung hinbewegen. Daraus folgt alſo unläugbar, daß die Theile der Materie nicht eher in Ruhe kommen können, als bis auf allen Seiten ein gleichförmiger Druck gegen den gemeinſchaftlichen Mittelpunkt Statt findet, oder wenn alle Stellen der äußerſten Grenze von dieſem Punkte gleich weit entfernet ſind. Auf eben dieſem Grunde beruht auch die kugelähnliche Geſtalt aller übrigen uns bekannten Himmelskörper, wie die Erfahrung uns beweiſet. M. ſ. **Gravitation, Schwere**.

Bey der Vorausſetzung, daß die Erde ſtille ſtehet, und folglich als eine vollkommene Kugel zu betrachten wäre, müßte die Kraft der Schwere als beſchleunigende Kraft an allen Orten auf der Oberfläche der Erde gleich groß ſeyn, weil ſie alsdann alle von dem Mittelpunkte gleich weit entfernet wären. Daher müßten auch alle Richtungslinien der Schwere auf der Oberfläche der Erde oder des ſtillſtehenden Waſſers ſenkrecht ſtehen, und gehörig verlängert in dem Mittelpunkte der Erde zuſammentreffen. Nimmt man im Gegentheil an, wie nach dem copernikaniſchen Syſtem gethan wird, daß ſich die Erde um eine eigene Axe täglich umwälzet, ſo entſtehet nothwendig für eine jede Stelle auf der Erde ein Schwung, welcher deſto ſtärker wirken muß, je weiter die Stelle auf der Oberfläche der Erde von den Polen der Axe, um welche ſie ſich drehet, entfernet iſt. Die Richtung der Kraft, welche die Theile auf der Oberfläche der Erde durch den Schwung erhalten, liegt in dem Halbmeſſer des von dieſen Theilen beſchriebenen Kreiſes, indem ſich dieſe von dem Mittelpunkte dieſes Kreiſes zu entfernen ſtreben. Wenn z. B. eine Kugel (fig. 38.) ſich um die Axe pq drehet, ſo wird die Richtung des Schwunges, welchen die Stellen d, f, h u. ſ. erhalten, nach e, g, i u. ſ. entſtehen. Es muß folglich der Schwung unter dem Aequator am ſtärkſten ſeyn, und gegen die Pole zu immer geringer

ger werden. Nun iſt aber die Kraft des Schwunges unter dem Aequator der Schwere gerade, an den übrigen Stellen der Erde aber, wie z. B. in f, d u. ſ. der Richtung der Schwere fc, dc u. ſ. nur zum Theil entgegengeſetzet; mithin wird auch ein Theil der Schwere durch die ihr entgegengeſetzte Kraft des Schwunges vermindert werden müſſen, und zwar wird dieſe Verminderung der Schwere unter dem Aequator am größten ſeyn, theils weil die Richtung des Schwunges der Richtung der Schwere gerade entgegengeſetzet iſt, und theils, weil der tägliche Umſchwung daſelbſt am größten iſt; wird aber deſto geringer, je weiter die Stellen vom Aequator entfernet ſind, und fällt endlich unter den Polen ganz weg, weil daſelbſt gar kein Umſchwung mehr Statt finden kann.

Es mag indeſſen die Erde eine Geſtalt haben, welche ſie eigentlich will, ſo nehme man ſie zuförderſt als eine Kugel an, auf deren Oberfläche ſich folglich größere und kleinere Kreiſe wie bey jedem Sphäroid gedenken laſſen. Auch wird es in der Folge weiter erhellen, daß dieſe Vorausſetzung von der Wahrheit nicht viel abweicht.

Es ſcheint, als ob unſere Erdkugel im Mittelpunkte der Himmelskugel ſich befände, und folglich beyde als zwey concentriſche Kugeln zu betrachten wären. Es mag nun dieß immer Schein ſeyn, ſo erhalten wir doch hierbey gewiſſe Vortheile, Kreiſe und Stellen auf der Erdoberfläche zu beſtimmen, welche mit den Kreiſen und Stellen der ſcheinbaren Himmelskugel zuſammengehören. In Anſehung der Kreiſe ergeben ſich die größten Kreiſe auf der Erdfläche, die mit den größten Kreiſen der Himmelskugel zuſammengehören, wenn ihre Ebene die Erdfläche ſchneidet. Bey kleinern Kreiſen z. B. (fig. 39.) bd kann man bis zum Mittelpunkte c einen ſenkrechten Kegel errichten, deſſen Durchſchnitt mit der Erde ki den zuſammenſtimmenden kleinern Kreis auf dieſer letztern gilt. Was die Punkte betrifft, ſo darf man nur von dem Punkte der Himmelskugel nach dem gemeinſchaftlichen Mittelpunkte c einen Halbmeſſer ziehen,

hen, welcher auf der Erdfläche den übereinſtimmenden Punkt abſchneiden wird. So ſtimmt z. B. der Punkt z des Himmels mit dem Orte a auf der Erdfläche überein u. ſ. ſ.

Wenn man bey heiterer Nachtzeit die Sterne am Himmel nur mit geringer Aufmerkſamkeit beobachtet, ſo ſcheinet es, als ob alle Sterne ſich von Morgen gegen Abend fortbewegten, ſo daß ſie binnen 24 Stunden Kreisumläufe machen, welche unter ſich und mit einem größten Kreiſe n o parallel laufen, welcher leztere der **Aequator** genannt wird. Alle dieſe parallelen Kreiſe haben eine gemeinſchaftliche auf dem Aequator ſenkrecht ſtehende Axe pq, die **Weltaxe**, deren Endpunkte p und q ihre Pole, die **Weltpole**, ſind, und es ſcheint die Bewegung ſo zu erfolgen, als ob der ganze geſtirnte Himmel um die unbewegt ſtehende Axe pq ſich täglich umdrehete. Mit dem Aequator, den Weltpolen und der Weltaxe gehören auf der Erdfläche zuſammen der **Aequator der Erde** tx die **Erdpole** r und ſ, und die **Erdaxe** rſ, welche ſelbſt ein Theil der Weltaxe iſt. Auch nennt man alle Kreiſe auf der Erdoberfläche, deren Ebenen durch die Erdaxe gehen, und welche bis an die Himmelskugel erweitert Declinationskreiſe geben würden, **Meridiane**. Alle dieſe Meridiane ſtehen auf dem Erdäquator ſenkrecht. Es liegen demnach verſchiedene Oerter auf der Oberfläche der Erde unter einerley Meridiane, wenn ſie in der Peripherie eines ſolchen Kreiſes ihre Stelle haben.

Nimmt man an, daß die Erde binnen 24 Stunden mit gleichförmiger Bewegung um ihre Axe ein Mahl ſich drehet, ſo erfolgen alle Erſcheinungen der täglichen, allen Sternen gemeinſchaftlichen Bewegung eben ſo, als wenn die Erde ruhete, und die Sterne ſich gleichförmig bewegten. Es ſey nämlich a ein Ort auf der Erdoberfläche und ac ſeine Scheitellinie bis an die Himmelskugel in z gedacht; ferner ſtelle w einen Stern vor, welcher in der Stelle am Himmel unverändert bleibt, und nicht in Bewegung iſt, ſo wird eine Ebene durch dieſen Stern und durch die Axe rſ der Erde geleget

leget an der ſcheinbaren Himmelskugel einen größten Kreis p o q f geben, welcher den Declinationskreis des Sternes w vorſtellet. Man gedenke ſich nun in dem Augenblicke die Erde völlig in Ruhe, ſo wird auch die Ebene des Declinationskreiſes völlig in Ruhe ſeyn. So bald aber die Erde um ihre Axe ſich drehet, ſo wird ein jeder Punkt auf der Oberfläche derſelben, folglich auch der Ort a einen zur Axe ſr gehörigen Parallelkreis beſchreiben. Die Ebene, welche die Erde durch die Axe r ſ und durch die Scheitellinie a c ſchneiden, und daher für den Ort a der Meridian ſeyn würde, wozu der Quadrant r t gehöret, würde alsdann bey Umdrehung der Erde zugleich mit in Umlauf kommen, und nach und nach die Lagen r m g, r i x u. ſ. erhalten, wenn der Ort a den halben Parallelkreis a m h durchläuft. Die Scheitellinie c a wird ebenfalls mit herumgeführet, und bekommt nach und nach die Lagen m c, h c u. ſ. welche gehörig verlängert, die ſcheinbare Himmelskugel in den Punkten y und x u. ſ. treffen. Alle dieſe Punkte liegen in einem zur Axe p q gehörigen Parallelkreis z y x, welcher mit dem Polarkreiſe auf der Erde a m h zuſammengehöret. Der Beobachter, welcher in der Stelle a war, befinde ſich jetzt in der Stelle m unter dem Scheitelpunkte y am Himmel, ſo iſt die Entfernung des Sternes w von demſelben der größte Kreisbogen w y. In dem Dreyecke p w y bleiben die Seitenlinien p w und p y gleich groß, wenn der Beobachter von a durch m nach h mit der Erde herumgeführet wird, nur der Winkel w p y und die dritte Seite w y werden größer. Weil nun der Beobachter in a nach m ſeine eigene Bewegung nicht fühlt, ſo ſcheint es ihm, als wenn der Mittagskreis r k t mit der Erde völlig in Ruhe, der Declinationskreis p n q aber in Bewegung wäre, welche der Richtung a m h gerade entgegengeſetzet iſt. Es ſcheint nämlich der Stern w dem Meridian p l näher zu kommen, ohne daß ſich ſeine Entfernung von p ändert, folglich ſcheint er einen Kreis um p zu beſchreiben, und rückt dem Scheitelpunkte immer näher. So bald endlich p l mit dem Bogen p q n zuſammenfällt, und

daher

daher der Stern im Meridian erſcheinet, ſo ſteht er dem Scheitelpunkte, welcher nun in z fällt, am nächſten. Beym andern halben Umlauf erfolgt alles eben ſo, nur in umgekehr-ter Ordnung. Daß aber die Erde ſich wirklich ungefähr binnen 24 Stunden um die Axe herumwälzet, wird aus dem Folgenden weiter erhellen.

Eine Ebene, welche durch den Mittelpunkt c der Erde auf die Scheitellinie ca ſenkrecht geleget wird, gibt auf der Oberfläche derſelben einen größten Kreis $\beta\gamma$, welchen man für den Ort a den **Haupthorizont** nennen kann. Man muß dieſen von dem **ſcheinbaren Horizonte** des Ortes a unterſcheiden; unter dieſem verſteht man diejenige Ebene, welche durch den Ort a gehet, und die Scheitellinie ac ſenk-recht ſchneidet. Folglich läuft dieſer ſcheinbare Horizont fe mit dem Haupthorizonte für den Ort a parallel. Ein Stern, welcher in der erweiterten Ebene des Haupthorizontes für den Ort a liegt, und deſſen Entfernung von dem Mittelpunkte der Erde ſo groß iſt, daß er keine merkliche Horizontalparallaxe, viel weniger eine merkliche Höhenparallaxe hat, wird, in dem Orte a geſehen, von dem Zenith z ebenfalls um 90 Grade ent-fernet zu ſeyn ſcheinen. Es iſt alſo auch für den Ort a der Beobachtung einerley, ob man den Stern aus a oder aus dem Mittelpunkte der Erde betrachtet, mithin iſt auch in Rückſicht des Sterns einerley, ob man ſich den ſcheinbaren oder Haupthorizont für den Ort a vorſtellet. Es mag folg-lich der Beobachter auf der Erde ſeinen Ort ändern, wie er will, ſo werden dergleichen Sterne immer einerley Lage gegen einander behalten. Nach der Erfahrung trifft dieſes bey den Fixſternen ein, mithin haben auch dieſe keine merkliche Hö-henparallaxe (ſ. **Parallaxe**). Diejenigen Sterne hingegen, wovon ein jeder für ſich keine unmerkliche Höhenparallaxe hat, können auch, aus verſchiedenen Orten der Erde geſehen, nicht einerley Lage gegen einander und gegen die Fixſterne behalten, vielmehr müſſen ſich die Erſcheinungen, welche von den Be-wegungen derſelben abhangen, dem einen Beobachter und einem andern entferntern ganz anders darſtellen. Daß dieß

der Fall bey den Planeten, ſelbſt bey der Sonne und am meiſten bey dem Monde ſey, das zeiget die Aſtronomie. Daher muß man bey Beobachtungen der Höhen dieſer Himmelskörper ſelbige auf diejenigen reduciren, welche auf den Hauptthorizont fallen würden.

Uebrigens werden alle Kreiſe auf der Erdoberfläche, ſo wie überhaupt ein jeder Kreis, in 360 Grad, der Grad in Minuten, Sekunden u. ſ. abgetheilet.

Von den übrigen Kreiſen, welche auf der Erdoberfläche gedacht werden können und vorzüglich merkwürdig ſind, unter dem Artikel, **Erdkugel, künſtliche.**

Ein vorzügliches und ſehr bequemes Mittel, zu erfahren, ob die Schwere an allen Orten der Erde gleich oder ungleich groß iſt, gibt das ſo genannte Pendel ab, welches aus Gründen, die unter dem Artikel **Pendel** werden angeführet werden, ſeine Schwingungen in deſto kürzerer Zeit vollenden wird, je kürzer es iſt, und je größer die Schwere iſt. Wenn ſich alſo die Erde wirklich um ihre Axe drehet, ſo muß auch in einerley Zeit daſſelbe Pendel unter dem Aequator langſamer als gegen die Pole zu ſchwingen.

Picard [a]) kam zuerſt auf die Muthmaßung, welche er auch in der zu Paris errichteten Akademie der Wiſſenſchaften vortrug, daß bey der Vorausſetzung der Umwälzung der Erde um eine Axe ſchwere Körper unter dem Aequator mit geringerer Kraft fallen müßten, als unter den Polen, und führet zugleich an, daß hiernach das Sekundenpendel daſelbſt mehrere Schwingungen vollenden müſſe, wo die Schwere größer wäre. Auch ſchienen verſchiedene zu Lion, Bologna und London angeſtellte Verſuche mit dem Sekundenpendel, daß man es deſto mehr verkürzen müſſe, je mehr man ſich dem Aequator nähere. Andere Erfahrungen ſchienen zwar dieſem zu widerſprechen, indem man in Paris und im Haag die Längen des Sekundenpendels gleich groß gefunden habe.

Im Jahre 1671 wurde von der Akademie der Wiſſenſchaften zu Paris dem Herrn **Richer**, welcher ſich damahls auf

[a]) Méſure de la terre. Paris 1671. 8. art. 4.

auf der Inſel Cayenne aufhielt, welche bey Südamerika nur 5° nordwärts vom Aequator liegt, der Auftrag gegeben, die Länge des Sekundenpendels daſelbſt zu beobachten. Er fand *), daß ſeine von Paris mit genommene Pendeluhr zu Cayenne täglich um 2 Minuten zu langſam ging, und mußte die Länge des Pendels um 1¼ Linie verkürzen, wenn ſie in einer Stunde 3600 Schwingungen vollbringen ſollte. Nach ſeiner Zurückkunft in Paris aber mußte er dieſe Länge wieder abändern, und auf die vorige bringen, wenn die Uhr richtig gehen ſollte. Hierdurch ward es nun ganz außer Zweifel geſetzet, daß die Schwere gegen den Aequator zu geringer werde, zugleich gab aber auch dieſe Erfahrung einen ſtarken Beweis ab, daß ſich die Erde um ihre Axe drehe.

Um dieſe Zeit kam **Huygens**, welcher die Geſetze der Schwungbewegung im Kreiſe zuerſt bekannt machte, auf den Gedanken, daß unmöglich diejenigen Theile der Erde, welche durch den Schwung gegen den Aequator hin eine Verminderung der Schwere erlitten hätten, mit den ſchwereren Theilen gegen die Pole zu unmöglich im Gleichgewichte ſeyn könnten, wenn die Erde als eine vollkommene Kugel angenommen würde. Er ſchloß ſo: nähme man auch an, daß unſere Erde anfänglich eine flüſſige Kugel geweſen ſey, deren Elemente vermöge der Schwere gegen den Mittelpunkt getrieben werden, ſo müßten ſich diejenigen Elemente, welche dem Aequator näher liegen, durch den täglichen Umſchwung um die Axe deſto mehr erhoben haben; auch dieß hätte erfolgen müſſen, wenn gleich die Erde eine feſte Maſſe, deren Oberfläche aber überall mit Waſſer bedeckt geweſen wäre. Da nun unſere Erde um den Aequator herum wirklich große Meere habe, ſo müſſe auch der tägliche Umſchwung ihnen dieſe angezeigte Geſtalt geben. Dieſe Meere würden nun die angrenzenden Ufer überſchwemmen, wenn nicht dieſelben auf eben dieſe Weiſe gekrümmt, und erhabener wären. Daraus ſey alſo klar, daß das feſte Land eben

*) Obſervations aſtronomiques et phyſiques faites à Cayenne. Paris. 1670. fol.

die Geſtalt haben müſſe, welche der Schwung den Meer gebe. Es müſſe alſo die ganze Erdmaſſe die Geſtalt ein um die Pole zuſammengedruckten und abgeplatteten Sph roids erhalten haben α). Daraus folge alſo, daß der Durc meſſer des Aequators (fig. 38.) ab etwas größer ſey als Axe cd von einem Pole zum andern. Um dieſe ſeine V muthung noch mehr zu beſtärken, führt er einen Verſu mit einer weichen Thonkugel an, welche an eine Axe geſte und ſchnell herumgedrehet wirklich dieſe angezeigte Geſt erhalte, indem ſie ſich um die Pole abplatte, und im mi tel Umkreiſe davon aufſchwelle. Er ſucht ſogar das V hältniß der beyden Halbmeſſer fa und fc durch Rechnung beſtimmen, indem er annimmt, daß beyde Längen comm nicirende Röhren ſind, die mit Flüſſigkeiten von ungleich Schweren ſind angefüllet worden, deren Höhen er für d Fall des Gleichgewichtes nach hydroſtatiſchen Geſetzen rechnet. Da er nun die Schwungkraft unter dem Aequa $\frac{1}{289}$ der Schwere gefunden hatte, ſo beſtimmt er dara daß fc um $\frac{1}{578}$ kleiner als fa ſey.

Nachdem **Newton** die Geſetze der Schwere entdec hatte, ſo bemühete er ſich hieraus eben dieſen Satz von ſphäroidiſchen Geſtalt der Erde als eine unläugbare Fo herzuleiten. Er ſagt β), wenn ſich die Planeten nicht ihre Axe dreheten, ſo müßten ſie wegen der Schwere, wel von allen Seiten gleich ſtark wirke, eine Kugelgeſtalt ann men. Durch die Umdrehung um die Axe aber werden Theile von der Axe entfernet, und ſtreben ſich um Aequator zu erheben. Wenn daher die Materie flüſſig ſo muß der Durchmeſſer um den Aequator durch ihr Er ben vergrößert, die Axe hingegen durch ihr Niederſin bey den Polen kürzer werden. Auf dieſe Weiſe findet m den Durchmeſſer Jupiters nach **Caſſini** und **Flamſtead** Beobachtungen zwiſchen ſeinen Polen kürzer als nach

Ri

α) De cauſa grauitatis in den operibus cura *s'Graveſande*. Lugd. tav. 1724. 4. Tom. I.

β) Philoſoph. natur. princ. mathem. L. III. prop. 18. 19.

Richtung von Morgen gegen Abend. Eben dieſe Gründe berechtigen uns anzunehmen, daß unſere Erde um den Aequator höher als bey den Polen ſey; denn ſonſt würde ſich das Meer an den Polen ſenken, um den Aequator aber erheben, und eine Ueberſchwemmung verurſachen. Nach den Geſetzen der Schwere berechnet er hierauf das Verhältniß des Durchmeſſers des Aequators und der Axe, und folglich nach richtigern Gründen als Huygens, weil er bey ſeiner Rechnung zugleich auf den Umſtand ſieht, daß die Materie um den Aequator nicht allein durch den Schwung, ſondern auch wegen des Geſetzes der Schwere: daß ſie im umgekehrten Verhältniſſe des Quadrats der Entfernung von dem Mittelpunkte abnimmt, leichter als die Materie bey den Polen werden müſſe, welchen Umſtand Huygens nicht mit in Betrachtung zog. Er findet das Verhältniß fa : fc der Erde = 692 : 689 oder $230\frac{2}{3} : 229\frac{2}{3}$, woraus ſich alſo ergibt, daß die Erde unter dem Aequator $\frac{1}{230}$ des Halbmeſſers der Axe erhabener iſt. Noch mehr ſind **Huygens** und **Newtons** Berechnungen von **Friſi** [α]) und **Clairaut** [β]) erläutert werden.

Allein alle dieſe Muthmaßungen, welche aus guten Gründen ſind hergeleitet worden, waren doch noch nicht hinreichend, die ſphäroidiſche Geſtalt der Erde als völlig ausgemacht anzunehmen. Es zeigte nachher **d'Alembert**, daß eine und dieſelbe Kugel nach einer mittelſt der Umdrehung gegebenen Bewegung verſchiedene Geſtalten haben könne, ohne daß deshalb ihre Theile aufhörten, im Gleichgewichte zu ſeyn. Herr **la Place** hingegen hat bewieſen, daß es nur zwey mögliche Geſtalten für eine Kugel, welche irgend eine gegebene Maſſe hat, gebe, wenn man vorausſetze, daß alle ihre Theile im Gleichgewichte ſind. Dieſe beyden Geſtalten der Erdkugel ſind nach ihm folgende:

α) Diſquiſitio in cauſam phyſicam figurae et magn. telluris. Mediolani 1750. gr. 4.

β) Théorie de la figure de la terre tirée des principes de l'hydroſtatique à Paris 1743. 8.

Nimmt man an, daß ſich die Erde in 23 Stunden, 56 Minuten und 4 Sekunden um ihre Axe drehet, ſo verhalte ſich die Axe des Pols zum Durchmeſſer des Aequators wie 1 : 1,004334487. Daher ſtehen dieſe beyden Axen nach dieſer Angabe beynahe in dem Verhältniſſe $231\frac{7}{10}$: $230\frac{7}{10}$.

Nähme man aber an, welches auch möglich wäre, daß die Umwälzung der Erde um ihre Axe 2 Stunden, 25 Minut. 17 Sek. Zeit brauchte, ſo würde in dieſem Falle das Verhältniß der beyden Axen ſeyn wie 1 : 689,519, d. h. die Erde würde an den Polen ungemein ſtark abgeplattet ſeyn.

Weil man alſo aus allen dieſen angenommenen Gründen die daraus hergeleitete Geſtalt der Erde keines Weges als unbezweifelt gewiß annehmen kann, ſo blieb kein anderes Mittel übrig, als zur Ausmeſſung unmittelbar zu ſchreiten, um die Geſtalt unſerer Erde außer allen Zweifel zu ſetzen.

Alles, was durch wirkliche Ausmeſſung ausgemacht werden kann, beruht ganz auf folgenden Gründen: wäre die Erde eine vollkommene Kugel, ſo müßten auch alle Grade derſelben vollkommen gleich groß ſeyn, und alle Richtungen der Schwere müßten in dem Mittelpunkte zuſammenkommen. Bey der Ausmeſſung würde man alſo einen Grad des Meridians gegen den Pol zu eben ſo groß finden, als einen unter dem Aequator. Hätte aber die Erde eine ſphäroidiſche Geſtalt, wovon ein Meridian die Fläche (fig. 38.) adbc vorſtelle, ſo wird auch nothwendig folgen, daß der Meridian bey c, wo die Erde abgeplattet iſt, weniger gekrümmt ſeyn müſſe, als bey a, wo ſie mehr erhaben iſt; daher muß auch der Halbmeſſer der Krümmung bey c größer, als der bey a ſeyn. Aber nun werden auch die Richtungslinien der Schwere nicht in dem Mittelpunkte f zuſammenkommen, ſondern ſie werden in andere Punkte fallen, welche die Halbmeſſer der Krümmung beſtimmen. Sind die Bogen ag, ck klein, ſo kann man ſie, wie aus dem Artikel **Centralbewegung** erhellet, als Kreisbogen betrachten, wozu die

die Halbmeſſer der Krümmungen gh und ki gehören. So können alſo die Winkel h und Einen Grad, mithin auch die Bogen ag und ck Einen Grad betragen, wenn ſich im erweiterten Meridiane ein Punkt an der Himmelskugel, welcher mit der verlängerten Linie dc am Himmel zuſammenfällt, einen Bogen von 1° im Meridiane in ſeiner Bewegung zurückgeleget hat. Nun iſt aber der Halbmeſſer ki länger, als der Halbmeſſer gh, folglich muß auch der Bogen ck größer, als der ähnliche Bogen ag ſeyn; oder welches einerley iſt, der Grad des Mittagskreiſes muß da größer ſeyn, wo die Erde abgeplattet, hingegen da kleiner, wo ſie erhaben iſt. In dieſer Vorausſetzung würde alſo nun folgen, daß bey wirklicher Ausmeſſung ein Grad gegen den Pol zu nicht gleich mit dem Grade gegen den Aequator zu gefunden werden müſſe. Wenn folglich **Huygens** und **Newtons** Schlüſſe ihre Richtigkeit hätten, ſo müßte man einen Grad gegen die Pole oder gegen Norden hin größer als einen gegen den Aequator oder gegen Süden hin finden.

Willebr. Snellius, welcher zuerſt wirkliche Ausmeſſungen anſtellte, wovon weiter unten nähere Nachrichten erfolgen ſollen, fand den Grad des Mittagskreiſes in den Niederlanden 55021, **Picard** in Frankreich 57060 Toiſen. Hiernach wäre alſo der nördliche Grad kleiner als der ſüdliche, und daraus ſchloß **Eiſenſchmidt** [α]), daß unſere Erde ein längliches Sphäroid ſey, d. i. daß ſie um den Aequator eingedruckt, an den Polen aber erhaben ſey, welches folglich mit **Huygens** und **Newtons** Schlüſſen nicht übereinſtimmte. **Picards** Meſſungen wurden in den Jahren 1689 und 1700 von Paris bis zu den pyrenäiſchen Gebirgen, welches nach aſtronomiſchen Beobachtungen 6° 18′ eines Mittagskreiſes der Erdkugel ausmachte, von **Johann Dominikus Caſſini** [β]) fortgeſetzet. Aus genauen Vergleichungen mit dem veränderlichen Stande des einen oder andern Sterns gegen den

α) Diatribe de figura telluris elliptico - ſphaeroide. Argentorati 1691. 8.

β) Mémoire de l'Acad. roy. des ſcienc. an. 1701.

den Zenith im nordlichen und ſüdlichen Frankreich fand dieſer die Größe eines Grades vom Meridiane ſüdwärts von Paris 57126 und nordwärts 57055 Toiſen, woraus abermahls das Gegentheil von **Newtons** Meinung folgen würde. Um noch gewiſſer zu gehen, erhielten im Jahre 1718 **Jakob Caſſini**, ein Sohn des vorigen, **Maraldi** und **de la Hire** den Auftrag, eine weitere Ausmeſſung zu unternehmen. Dieſe fanden die Größe eines Grades vom Meridiane ſüdwärts 57097 und nordwärts 56960 *). Da nun auch hier der nördliche Grad kleiner als der ſüdliche angegeben ward, ſo hielten von dieſer Zeit an die Mitglieder der Akademie zu Paris die Erde für ein längliches Sphäroid, und beſtritten **Newtons** Meinung oft mit Heftigkeit, und behaupteten, daß man den Erfahrungen mehr Glauben beymeſſen müſſe, als allen theoretiſchen Reſultaten, welche ſich auf unzuverläſſige Vorausſetzungen gründeten. Die engliſchen Gelehrten hingegen vertheidigten **Newtons** Meinung mit allem Nachdruck, und führten gegen die franzöſiſchen Ausmeſſungen an, daß man aus denſelben noch gar nicht mit Zuverläſſigkeit auf die Figur der Erde ſchließen könne, indem die gemeſſenen Bogen viel zu nahe an einander lägen, und in einem viel zu kleinen Theile der Erdfläche eingeſchränkt wären. Zuletzt wurden doch auch ſelbſt die franzöſiſchen Gelehrten gegen die von ihnen veranſtalteten Meſſungen mißtrauiſch. Natürlicher Weiſe mußten ſie einſehen, daß es hierbey vorzüglich darauf ankäme, ein Paar äußerſte Grade auszumeſſen, welche ſo nahe als möglich, der eine gegen den Pol zu und der andere am Aequator, lägen, indem ſchon zu vermuthen war, daß die Abweichung der Erde von der genauen Kugelgeſtalt nicht beträchtlich groß ſeyn konnte. Bey einer ſolchen Ausmeſſung aber mußte nothwendig der Unterſchied beyder Grade groß genug ausfallen, daß gar kein Zweifel

*) *Jacques Caſſini* traité de la figure et de la grandeur de la terre in der Suite des mémoir. de l'Acad. des ſcienc. an. 1718. auch beſond. gedruckt zu Amſterd. 1723. 8. Jakob Caſſini von der Figur und Größe der Erde ꝛc. herausg. von Klimm. Leipzig 1741. 8.

Zweifel in Anſehung des größern Grades mehr übrig bleiben konnte. Um alſo dieſen Streit zu heben, wurde endlich eine neue Ausmeſſung von einigen Gelehrten der franzöſiſchen Akademie unter **Ludwig** XV. veranſtaltet. Im Jahre 1735 gingen die Herrn **de la Condamine**, **Bouguet**, **Godin**, **de Júſſieu** und **Couplet** nach Quito in Peru, beynahe unter dem Aequator, unter Seegel. Dieſe endigten ihre äußerſt mühſeligen Arbeiten erſt im Jahre 1744, nachdem ſie einen Bogen von mehr als 3 Graden geometriſch gemeſſen und mit dem Himmel verglichen hatten. Ihr Reſultat bringt die Größe eines Meridiangrades in Peru auf 56753 Toiſen, folglich viel kleiner, als man in Frankreich gefunden hatte *). Im Jahre 1736 ſtellten die Herrn **Clairaut**, **Maupertuis**, **Camus**, der jüngere **le Monnier** und der Abt **Outhier** eine Reiſe nach Tornea in Lappland unter dem nördlichen Polarkreiſe an. Dieſe hatten in den Jahren 1736 und 1737 bey der Stadt Tornea einen Grad vom Mittagskreiſe gemeſſen, und gaben ſchon 1738 von dieſen Abmeſſungen Nachricht β). Die Größe des gemeſſenen Bogens betrug 57′ 27″ bis 57′ 30½″, wovon das Mittel 57′ 28¾″ genommen wurde. Die Länge dieſes Bogens fanden ſie durch Hülfe eines geometriſchen Grundriſſes und einer trigonometriſchen Berechnung aller darin befindlichen Dreyecke, indem ſie auf dem Eiſe eine Grundlinie von 7406 Toiſen annahmen, auf 55023½ Toiſen. Daraus folgt alſo der in Lappland gemeſſene Grad 57437,91 folglich um ein anſehnliches größer, als alle in Frankreich gemeſſene.

*) *De la Condamine* Journal du voyage fait par ordre du Roi à l'Equateur à Paris 1751. und deſſen méſure des trois premiers degrès du meridian, dans l'hémiſphère auſtral. Paris 1751. 4. la figure de la terre determinée par les obſervations des Mſrs. *Bouguer* et *de la Condamine* envoyé au Perou par l'ordre du Roi, p. Mſr. *Bouguer*. Paris 1749. 4.

β) Figure de la terre determiné par les obſervations des Mſrs. *de Maupertuis*, *Clairaut*, *Camus* etc. faites par ordre du Roi au cercle polaire. Paris 1738. 8. Figur der Erde beſtimmt durch die Beobachtungen der Herrn von Maupertuis, Clairaut ꝛc. Zürich 1741. 8. Journal d'un voyage au Nord p. Mſr. l'Abbé *Outhier*. Paris 1738. 8.

Der Erfolg dieſer mit aller nur möglichen Sorgfalt angeſtellten Meſſungen bewies zuerſt, daß die Erde keine vollkommene Kugel ſey, weil die Grade unter den Polen größer als die unter dem Aequator ausfielen; zugleich beſtätigte er aber auch **Newtons** Meinung, indem der Grad bey dem Nordpol faſt 700 Toiſen größer als der unter dem Aequator gefunden ward, ſo daß alſo nunmehr die abgeplattete Geſtalt der Erde außer allen Zweifel geſetzet wurde.

Nachher ſind noch in andern Ländern Gradmeſſungen angeſtellet worden, welche auf gleiche Folgen führen, und wovon weiter unten geredet werden ſoll. Nach dieſer Zeit hat man auch verſucht, die genaue Geſtalt der Meridiane auf unſerer Erdfläche zu beſtimmen, indem man annahm, daß ſie alle unter ſich gleich wären. Die Gradausmeſſungen der Erde gaben Gelegenheit, ſie als Ellipſen zu betrachten, nach welcher Vorausſetzung aus Gründen der höhern Geometrie durch Vergleichung mit den gemeſſenen Graden das Verhältniß der Axe zum Durchmeſſer beſtimmt werden konnte. Hierzu haben ſchon **Maupertuis**, **Bouguer**, **Clairaut** und **Mallet** α) Formeln gegeben. Die gemeſſenen Grade beſtimmen aber nicht eine einzige Ellipſe, ſondern jedes Paar gibt eine andere Ellipſe, und es iſt daher gar nicht wahrſcheinlich, daß die Meridiane eine elliptiſche Geſtalt beſitzen, und daß ſelbſt unſere Erde ein **Ellipſoid** ſey. Schon **Bouguer**, welcher damahls nicht mehr als drey verſchiedene gemeſſene Grade vergleichen konnte, wurde hiervon überzeugt und ſchreibt der Erdkugel eine ganz eigene krumme Geſtalt zu, welche auch **de la Lande** β) annimmt, und von **Zube** γ) genauer zu beſtimmen geſuchet worden iſt. Auch die Gradmeſſung, welche **de la Caille** im Jahre 1750 auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung unternommen hatte, veranlaßte Zweifel, ob die ſüdliche Hälfte der Erde eben ſo wie die nördliche

α) Allgemeine oder mathematiſche Erdbeſchreibung der Erdkugel a. d. Schwed von Röhl. Greifsw. 1774. 4.

β) Aſtronomie. §. 2685.

γ) De telluris forma. Varſav. 1780. 8.

liche gekrümmt ſey. Einige Nachrichten hiervon ſollen weiter oben erfolgen. Für jetzt iſt es uns ſchon hinlänglich zu wiſſen, daß die Erdaxe etwas kleiner als der Durchmeſſer des Aequators iſt. Ungeachtet die Abplattung der Erde nicht beträchtlich groß iſt, und man daher in vielen Fällen die Erde als eine vollkommene Kugel betrachten kann, ſo iſt doch an der genauern Kenntniß der eigentlichen Geſtalt der Erde viel gelegen. Denn hierdurch hat man 1. einen vorzüglichen Beweis von der Umwälzung der Erde um ihre Axe erhalten, indem die Erhöhung unter dem Aequator dadurch entſtanden iſt; auch gibt ſie 2. der Theorie der Schwere ein neues Licht, 3. hat ſie auch bey der genauern Beſtimmung der Erdferne des Mondes aus ſeiner beobachteten Parallaxe ihren großen Nutzen, indem nur bey einer vollkommenen Erdenkugel die Horizontalparallaxe des Mondes zu einer gewiſſen Zeit für alle, welche den Mond in ihrem Horizont haben, gleich groß ſeyn kann, 4. leiſtet ſie endlich auch der Erdbeſchreibung und Schifffahrt wichtige Vortheile.

Auch bey verſchiedenen andern Planeten hat man die Abplattung wahrgenommen, indem ſie ſich um ihre Axe drehen, woraus die Uebereinſtimmung der Geſetze der Schwere mit der Natur ungemein hervorleuchtet und von Niemand verkannt werden kann.

Aus der bekannten Figur der Erde läßt ſich ihre Größe finden, wobey man anfänglich annehmen kann, daß ſie eine vollkommene Kugel ſey. Da aber dieſer Erdkörper für uns viel zu groß iſt, um den völligen Umfang, Durchmeſſer, Weite der Oberfläche u. ſ. desſelben durch unmittelbbare Ausmeſſung zu beſtimmen, ſo bleibt uns kein ander Mittel übrig, als daß wir nur einen kleinen Bogen eines ihrer größten Kreiſe, z. B. eines Mittagskreiſes nach einem bekannten Längenmaße ausmeſſen, und mit dem veränderlichen Stande eines gewiſſen Sternes gegen den Zenith an beyden Endpunkten desſelben vergleichen. Hieraus läßt ſich alsdann nach Gründen der Geometrie die ganze Peripherie dieſes Bogens, und aus dieſer der Halbmeſſer, die Oberfläche

und

und der körperliche Raum der Erdkugel berechnen. Es kömmt hierbey alſo vorzüglich auf die Beſtimmung der Größe eines kleinen Bogens von einem größten Kreiſe an. Um dieſe genau zu erhalten, muß man wiſſen, wie weit man auf der Erdoberfläche unter einem gewiſſen Meridian fortgehen müſſe, damit nach richtigen aſtronomiſchen Beobachtungen ein Stern ſeine Weite vom Zenith um eine gewiſſe Anzahl von Graden verändert habe. Wenn z. B. (fig. 36.) auf der Stelle a der Erdfläche der Stern f im Zenith betrachtet wird, ſo erſcheinet dem Beobachter auf der Stelle b der Erde, deſſen Zenith der Punkt r iſt, der Stern f um eben ſo viele Grade vom Umkreiſe der Himmelskugel von r entfernet, als der Bogen a b vom Umfange der Erde a b d austrägt, weil c der gemeinſchaftliche Mittelpunkt der Erd- und Himmelskugel iſt. Nun muß aber auch dieſer Bogen a b nach einem bekannten Längenmaße gemeſſen werden, indem ſonſt der Beobachter nicht weiß, ob er wirklich ſeinen Weg in einem Meridiane von a nach b genommen, oder ob er auf einem kleinern Kreiſe der Erdkugel fortgereiſet ſey, wovon der Bogen mit dem Bogen a b gleich viele Grade beſitzet.

Man führet an, daß ſchon **Anaximander** von Milet, einer der berühmteſten Schüler aus der joniſchen Schule, 550 Jahr und **Archytas** von Tarent 400 Jahr vor Chriſti Geburt, die Größe der Erde ausgemeſſen haben. Das erſtere Vorgeben beziehet ſich bloß auf eine unrichtig verſtandene Stelle des **Diogenes Laertius** [α]), welche eigentlich nichts weiter ſagen will, als daß **Anaximander** den Umfang der Küſten von den damahls bekannten Ländern zuerſt in eine Zeichnung gebracht habe. Eben ſo wenig läßt ſich auch aus der Stelle einer vortrefflichen, genugſam bekannten Ode des **Horaz** [β]), in welcher er bloß die Geſchicklichkeit des **Archytas** erheben will, und ihn daher den menſorem terrae, numeroque carentis arenae nennt, beweiſen, daß

α) Vita Philoſophor. I. II.
β) Od. lib. I. od. 28.

daß dieſer die Erde wirklich ausgemeſſen habe. Die erſte hiſtoriſch wirkliche Ausmeſſung der Erde, deren **Strabo** [α]), **Cleomedes** [β]), **Cenſorinus** [γ]) und **Plinius** [δ]) gedenket, iſt vom **Eratoſthenes** unter dem Könige Ptolemäus Evergetes 400 Jahr vor Chriſti Geburt veranſtaltet worden. Es war ihm bekannt, daß zur Zeit des Sonnenſolſtitii die Sonne durch den Scheitel der an den Grenzen Aethiopiens unter dem Wendekreiſe des Krebſes gelegenen Stadt **Syene** ging, und daß auf 150 Stadien in die Runde die auf einer horizontalen Ebene ſenkrecht aufgerichteten Stäbe keinen Schatten gaben. Dabey nahm er an, daß Alexandrien und Syene unter einem Meridian lägen, wiewohl dieß falſch iſt, und Syene nach dem **Ptolemäus** [ε]) um 1° 53ᴵ oſtwärts von Alexandrien gelegen hat. Er beobachtete alſo am längſten Tage im Sommer die Entfernung der Sonne vom Scheitelpunkte durch den Schatten eines auf dem Boden des in fig. 40. vorgeſtellten Werkzeuges (ſcaphia, ſcaphium) ſenkrecht aufgerichteten Stiftes. Es beſtand dieſes Werkzeug aus einer hohlen Halbkugel abc mit einem getheilten Halbkreiſe, von deren Grunde b der Stab bd ſenkrecht aufgerichtet war. Wenn man nun dieß an die Sonne ſtellte, und den Stab bd nach dem Scheitelpunkte z aufrichtete, ſo gab die Länge des Schattens bf in Theilen des Kreiſes ausgedruckt das Maß des Winkels bdf = fdz oder den Abſtand der Sonne vom Scheitel an. **Eratoſthenes** fand auf dieſe Weiſe, daß dieſer Abſtand am längſten Tage den 50ſten Theil des Umkreiſes eines größten Kreiſes ſey; und hieraus ſchloß er, daß Alexandrien von Syene, wo in dem Augenblicke die Sonne im Scheitel ſelbſt ſtehe, um den 50ſten Theil des Umkreiſes der Erde entfernet ſey. Die Entfernung nahm er für 5000 Stadien

α) Geographia gr. et lat. cum commentar. *Cauſaboni*, Genev. 1557. fol. lib. II. p. 78.
β) Theoria cyclica. Baſil. apud Henric. Petri, 1547. 8. cap. 10.
γ) De die natali cap. 13.
δ) Hiſtoria naturalis lib. II. cap. 108.
ε) Geograph. lib. IV. cap. 5.

dien an, und fand alſo den ganzen **Umkreis** der Erde 50 + 5000 = 250000 Stadien. Er theilte dieſe in 360 Grade, und erhielt für jeden Grad etwa 694½ Stadien, wofür er nachher 700 Stadien annahm. Dieſe mit 360 multipliciret gaben den Umfang der Erde von 25200 Stadien, welches das letzte Maß iſt, deſſen ſich **Eratoſthenes** ordentlich bedienet hat. Man iſt aber nicht einig, was für ein Maß das Stadium geweſen ſey. Nach **Picard** und **Perrault** beträgt dieß Maß etwa 567 pariſer Fuß, nach **Eiſenſchmidt** α) 572 pariſ. Fuß 11 Zoll. Man findet die alten gebrauchten Maße beym **Riccioli** β), **Struyck** γ) und anderen. Nimmt man, wie **Lulof** δ), ein Stadium = 570 pariſer Fuß, ſo findet man den Umkreis der Erde bey weiten zu groß.

Dionyſidorus nahm für den halben Durchmeſſer der Erde den ſechsten Theil ihres Umkreiſes aus dem letztern Maße des Eratoſthenes an. Von dieſem erzählet **Plinius** ε), daß man nach ſeinem Tode einen Brief im Grabe gefunden habe, damit man glauben ſolle, er ſey vom Grabe bis zum Mittelpunkte der Erde hinabgeſtiegen und habe den Halbmeſſer auf 24000 Stadien gefunden. **Plinius** nennt dieß ein exemplum vanitatis graecae maximum.

Poſidonius nahm 150 Jahr vor Chriſti Geburt ein gleiches Unternehmen vor. Nach **Cleomedes** ζ) gründete ſich dieſe ſeine Ausmeſſung der Erde auf die Beobachtungen des Sternes Canopus. Er fand nämlich, daß dieſer Stern zu Rhodus nur am Horizonte erſchien, als er ſogleich wieder unterging, und daß er in Alexandrien, welches nach ihm mit Rhodus unter einerley Meridian liegt, am Horizonte den 48ten Theil des Umkreiſes des Himmels in die Höhe ſtieg, welches mit 7½ Grad des Umfanges der Erde übereintrifft.

α) De ponderibus et menſuris. Argent. 1708. 8.
β) Geographia reformata. lib. V. c. 7.
γ) Over de Grotte der Aarde.
δ) Einleitung zur mathematiſchen und phyſikaliſchen Kenntniß der Erdkugel. S. 67.
ε) Hiſtor. natural. lib. II. cap. vlt.
ζ) Theoria cyclica. lib. I. cap. 16. p. 98.

trifft. Nimmt man nun die Weite zwiſchen beyden Städten auf 5000 griechiſche Stadien, ſo hatte der ganze Umkreis der Erde 240000 Stadien. **Strabo** eignet dem **Poſidonius** ein Maß des Umkreiſes der Erde von 180000 Stadien zu, welches letztere aber alexandriniſche Stadien ſind. Eben dieſer Schriftſteller **Strabo** führet an, daß **Eratoſthenes** die Weite zwiſchen Rhodus und Alexandrien mit Inſtrumenten gemeſſen, und ſie von 3750 alexandrin. Stadien gefunden habe; mithin geben 240000 griechiſche Stadien, ſo viel als

$$\frac{3750 . 240000}{5000} = 180000$$ alexandrin. Stadien. Dieſes Maß eignet man gemeiniglich dem **Ptolemäus** [α]) zu.

Etwa um das Jahr 827, nach der chriſtlichen Zeitrechnung, ließ der über die Araber herrſchende Calife **Akmamon** durch ſeine nach Bagdad berufene Mathematiker zwey Grade von dem Erdumkreiſe in den weiten Ebenen von Singar längs den Küſten des arabiſchen Meerbuſens meſſen. Nach dem Zeugniſſe des **Abulpharajus** [β]) wurde die Größe eines Grades auf $56\frac{2}{3}$ Meilen beſtimmt. Was dieß aber für Meilen ſind, das läßt ſich ſchwerlich mit Gewißheit ausmachen.

Im Jahre 1525 verſuchte auch der franzöſiſche Arzt **Fernel** die Erde auszumeſſen. Er maß die Entfernung zweyer unter einem Meridian nach aſtronomiſchen Beobachtungen um einem Grad von einander liegender Oerter vermittelſt der Umläufe ſeines Wagenrades. Dieſes ſein Verfahren beruhete daher auf äußerſt unſichern Gründen.

Nach dieſer Zeit haben mehrere, als **Clavius**, **Kepler** u. ſ. verſchiedene Methoden angegeben, die Größe der Erdkugel zu finden, welche aber alle wegen der dabey unvermeidlich zu begehenden Fehlern keine weitere Aufmerkſamkeit verdienen. Man findet ſie alle beſchrieben beym **Riccioli** [γ]) und zum Theil beym **Wolf** [δ]).

Wille-

α) Geograph. lib. VII. c. 5.
β) Hiſtoria dynaſtiarum. p. 162.
γ) Geograph. reform. lib. V. cap. 14 ſeqq.
δ) Elementa geographiae mathem. cap. I. §. 30 u. f.

Willebrod Snellius wählte zuerſt neue und zuverläſſigere Mittel, die Ausmeſſung der Erde zu bewerkſtelligen. Er beſchreibt dieſes ſein Verfahren, welches er im Jahre 1615 bey der Meſſung eines Grades um Leiden anwendete, in einem eigenen Werke *). Er wählte nämlich ein in der Mittagslinie hinlaufendes Stück der Erdfläche, welches durch Dreyecke verbunden war. Dieſen Weg haben nach ihm alle andere Geometer betreten, weil ſie ihn für den einzigen richtigſten fanden, auf welchem die Reſultate ſo genau, als es nur die Ausübung mit Hülfe ganz genauer Inſtrumente verſtattet, gefunden werden können. Es bleibt dem **Snellius**, dieſen richtigen Weg angegeben zu haben, vorzüglich dieſerwegen ein deſto größeres Verdienſt, da er bey den trigonometriſchen Rechnungen der Dreyecke ſich der Logarithmen noch nicht bedienen konnte, und daher mühſame Rechnungen durchführen mußte. Seine angegebene Größe eines Grades, welche er nach dieſer Methode gefunden hatte, war zwar viel zu klein; er ſahe aber auch wohl ein, daß er Fehler nicht allein bey der Meſſung ſondern auch bey der Berechnung begangen hatte, und war in Begriff, ſelbige zu verbeſſern, als ihn der Tod im Jahre 1626 übereilte.

Dieſe Methode iſt in der fig. 41. vorgeſtellet: man wählet auf der Erdoberfläche zwey Oerter b und c, welche entweder in einerley Meridian liegen, oder doch wenigſtens in Anſehung der geographiſchen Länge nur wenige Minuten von einander verſchieden ſind. Damit aber die Meſſung deſto richtiger ausfalle, ſo betrage das zu meſſende Stück a b der Mittagslinie einige Grade. Weil man nun wegen der zu großen Entfernung beyder Oerter von einander, vielleicht auch wegen anderer dazwiſchen liegender Gegenſtände von a nach b unmittelbar nicht meſſen kann, ſo wähle man in der Gegend zwiſchen c und b mehrere ſchickliche Orte, welche ſich mit c und b in einen geometriſchen Grundriß bringen laſſen. Geſetzt nun, dieſe Oerter wären d, g, e, f, h, welche vermittelſt

*) Eratoſthenes Batavus ſ. de terrae ambitus vera quantitate Lugd. Batav. 1617. 4.

mittelſt der Dreyecke ced, def, dfg u. ſ. mit einander verbunden einen geometriſchen Grundriß vorſtellen können; ſo muß eine Seitenlinie, etwa ef auf einer wahren Horizontalfläche gemeſſen werden; hiernächſt ſucht man auch mittelſt eines richtigen Winkelinſtrumentes ſo viele Winkel, daß man die übrigen Seitenlinien trigonometriſch berechnen kann. Sollten unter den gewählten Standpunkten d, g, h u. ſ. einige ſeyn, welche mit der gemeſſenen Grundlinie ef nicht in einerley Horizontalfläche liegen, mithin wenigſtens einige Schenkel der gemeſſenen Winkel nicht die wagrechte Lage hätten, ſo muß man die gemeſſenen Winkel auf den Horizont reduciren. Wenn g und h zwey angenommene Standpunkte, welche mit b nicht in einerley wagrechten Ebene liegen, überdem bl die Scheitellinie durch b, folglich lbh und lbg zwey Vertikalflächen ſind, welche den Horizont von b in den geraden Linien bi und bk ſchneiden, ſo iſt kbi der wagrechte Winkel, welcher eigentlich in die Rechnung kommen muß. Um nun dieſen Winkel durch Rechnung zu finden, ſo muß man auch die Winkel hbi und gbk meſſen; alsdann beſchreibe man mit einem jeden willkürlich gewählten Halbmeſſer in den dreyen Ebenen lbg, lbh und ghb die Kreisbogen nl, lm und nm, ſo erhält man ein ſphäriſches Dreyeck nlm, in welchem alle drey Seiten bekannt ſind, mithin kann man daraus den Winkel an l finden. Dieſer Winkel iſt nun der Neigungswinkel beyder Ebenen bgl und lbh gegen einander, mithin mit dem Horizontalwinkel kbi einerley. Uebrigens bleibt dieſer Winkel gleich groß, der Ort b mag von dem Mittelpunkte der Erde höher oder niedriger als c liegen. Man hat alſo auch bey der Reduktion der übrigen gemeſſenen Winkel auf die Horizontalfläche nicht darauf zu ſehen, daß alle dieſe angenommenen Standpunkte von dem Mittelpunkte der Erde gleich weit entfernet ſeyn müſſen. Wenn nun auf dieſe Weiſe alle gemeſſene Winkel auf den Horizont, wofern es nöthig iſt, ſind reduciret worden, ſo werden die trigonometriſchen Rechnungen vorgenommen, wobey alle Mahl die auf den Horizont reducir-

reducirten Winkel in Rechnung kommen; hierdurch erhält man alsdann die Länge der übrigen Linien für denjenigen Horizont, worin die gemeſſene Grundlinie e f liegt. Iſt dieſe Rechnung zu Stande gebracht, ſo muß die Lage aller dieſer durch die Rechnung gefundenen Seitenlinien des ganzen geometriſchen Grundriſſes gegen die Mittagslinie eines von beyden Oertern c oder b bekannt ſeyn. Um alsdann die Lage der Mittagslinie b a für den Ort b zu finden, hat man nur nöthig, den Winkel zu ſuchen, welchen ein Schenkel von dem in b gemeſſenen Winkel mit der Mittagslinie einſchließt. Hat man zu dem Ende den Schenkel b g gewählet, ſo iſt eine aſtronomiſche Beobachtung in b nöthig, um den Azimuthalwinkel der Vertikalfläche l b g zu finden. Man bringe alſo einen Winkelmeſſer mit einem Sternrohr in dieſe Vertikalfläche und beobachte vermittelſt einer nach der mittleren Sonnenzeit genau geſtellten Uhr den Zeitpunkt, in welchen ein Stern, deſſen Abweichung bekannt iſt, oder auch die Sonne in dieſer Vertikalfläche erſcheinet. Die beobachtete Zeit gibt den Stundenwinkel am Pol. Aus der bekannten geographiſchen Breite des Ortes b weiß man nun auch deſſen Ergänzung zu 90 Grad und außerdem iſt noch die Ergänzung der bekannten Abweichung des Sterns oder der Sonne für den Zeitpunkt der Beobachtung bekannt, mithin läßt ſich hieraus der Azimuthalwinkel finden (m. ſ. **Azimuth**). Weil nun die Lage der Linie b g bekannt iſt, ob ſie nämlich weſtwärts oder oſtwärts von der Mittagslinie abweicht, ſo kann man den gefundenen Azimuthalwinkel an g b gehörig verzeichnen, wodurch die Lage der Mittagslinie beſtimmt wird. Durch die Punkte c, e, f und h ziehe man nun c ſ, e o, f q, h r auf die Mittagslinie a b ſenkrecht, und überdem c o, e p und q h damit parallel, ſo hat man ſ b = c o + e p + q h + r b, und alle dieſe Theile laſſen ſich trigonometriſch finden. In den rechtwinkligen Dreyecken c o e, e p f, f g h, h r b ſind nämlich die Hypothenuſen bekannt, und die ſpitzigen Winkel laſſen ſich aus den bey e, f, h, b gemeſſenen Winkeln leicht finden. Denn in dem Dreyecke

r b h

rbh iſt der Winkel rbh ſchon bekannt, folglich findet man den Winkel $rhb = 90° - rbh$; ferner iſt $qhf = bhg + ghf - rbh - 90°$ und $qfh = 90° - qhf$; weiter iſt der Winkel $pfe = hfg + gfd + dfe - hfq$ und $pef = 90° - pfe$; endlich hat man auch noch $oec = fed + dec - pef - 90°$; und hieraus laſſen ſich rb, qh, ep, co finden. Der Theil bſ der Mittagslinie des Ortes b iſt nun eigentlich ein Stück von einem größten Kreiſe auf der Erdoberfläche, und cſ ein anderes Stück, welches aus c auf ab ſenkrecht gezogen iſt. Es wird alſo der Theil ca des Parallelkreiſes, welcher durch den Ort a gehet, von dem Theil cſ des größten Kreiſes verſchieden ſeyn. Wenn b nordwärts c gelegen iſt, ſo weiß man, daß die Bogen ab und co der Mittagskreiſe beyder Oerter c und b gegen b zu im Pole zuſammenfallen; ein Parallelkreis alſo durch den Ort c wird ſb in einem Punkte a ſchneiden, welcher vom Pole weiter entfernet iſt als ſ. Demnach iſt der eigentliche Bogen des Mittagskreiſes für den Ort b, welcher zwiſchen den Parallelkreiſen beyder Oerter b und c fällt, der Bogen ab. Will man alſo noch ſa finden, ſo muß man in dem ſphäriſchen Dreyecke (fig. 42.) apc den Cathetus pſ ſuchen, und ſolchen von bc ſubtrahiren, die Differenz wird alsdann ſa ſeyn. In dem Dreyecke cſp iſt cp die Ergänzung der Breite des Ortes c, der Winkel am Pol ſpc die Differenz der geographiſchen Längen beyder Oerter, und der Winkel cſp ein rechter, woraus ſich eben ſp finden läßt. Aus den bekannten geographiſchen Breiten beyder Oerter (fig. 41.) b und c kann man nun endlich den Winkel finden, welchen die Scheitellinien der Oerter a und b zwiſchen dem gemeſſenen Bogen ab einſchließen; er iſt nämlich die Differenz beyder geographiſchen Breiten.

Dieſen von **Snellius** angegebenen Weg hat auch **Norwood** in England im Jahre 1635 betreten, und zwiſchen London und York einen Grad des Meridians 57300 Toiſen gefunden.

Mit weit beſſerm Erfolg wurde aber dieſe Meth
zuerſt von **Picard** ausgeführet, indem er hierbey ſehr
nauer und zum erſten Mahle mit Fernröhren verſehe
Werkzeuge zur Meſſung der Winkel ſich bediente, und bey
Berechnung ſelbſt die gewiß nicht wenig erleichternden Hü
mittel trigonometriſcher Rechnungen mittelſt der erfunde
Logarithmen gebrauchen konnte. Gleich nach der Erri
tung der Akademie der Wiſſenſchaften zu Paris ward d
Picard aufgetragen, eine Gradmeſſung in Frankreich
unternehmen. Im Jahre 1669, unter dem Könige Ludi
XIV. machte daher **Picard** zwiſchen Malvoiſine
Amiens eine ſolche Dreyeckverbindung, und fand einen Bo
vom Mittagskreiſe 78907 Toiſen; ferner maß er noch
eben dieſe Art einen andern Bogen zwiſchen den Paral
kreiſen von Malvoiſine und Sourdon, und fand ſelbi
68347½ Toiſen lang. Um die Polhöhen oder geogra
ſchen Breiten dieſer Oerter durch aſtronomiſche Beobacht
gen zu finden, konnte man dergleichen an ſolchen Stell
welche mit den dreyen Orten in einerley Parallelkreiſe wa
nicht vornehmen. Zu Malvoiſine war der Beobachtung
18 Toiſen weiter ſüdwärts, als die ſüdliche Grenze des
meſſenen Bogens und zu Sourdon 65 Toiſen weiter n
wärts, als die nördliche Grenze des gemeſſenen Boge
mithin kommen zur Länge 68347½ Toiſen noch 83 Toiſen,
die Summe davon beträgt 68430½ Toiſen. Die Diffe
der Polhöhen oder der geographiſchen Breiten wurde 1°
57″ gefunden, mithin war die Länge eines Grades 684
⋊ 3600 : 1° 11′ 57″ = 57065 Toiſen. Der Beobachtun
ort zu Amiens war 75 Toiſen ſüdlicher als die nördliche Gre
des gemeſſenen Bogens, daher muß die Länge 78907 um
Toiſen vermindert, im Gegentheil auf der andern Seite
Malvoiſine um 18 Toiſen vermehret werden: demnach betr
die ganze Verminderung 57 Toiſen, und die Differenz
78850 Toiſen. Der Unterſchied der Polhöhen oder der
graphiſchen Breiten wurde 1° 22′ 55″ gefunden, mithin
die Länge eines Grades 78850 ⋊ 3600 : 1° 22′ 55″ = 57

Toi

Toiſen. Wenn man aus dieſen beyden Zahlen die Mittelzahl nimmt, ſo würde die Länge eines Grades = 57061 ſeyn. Der gemeſſene Bogen liegt etwa höchſtens 80 Toiſen über der Meeresfläche und dieſe betragen ungefähr den 40867ten Theil des Erdhalbmeſſers, welches kaum 8 Fuß machen würde, folglich könnte man ohne merklichen Fehler die Länge eines Grades auf der Meeresfläche 57060 Toiſen annehmen, wie auch **Picard** gefunden hat [α]). Ungeachtet **Picard** ſo genau, als es ihm möglich war, verfuhr, ſo hat doch **Maupertuis** [β]) noch einige Berichtigungen dabey zu machen verſucht.

Betrachtet man die Erde als eine vollkommene Kugel, ſo ergibt ſich die Größe des Halbmeſſers derſelben = 180 ⨯ 0,3183 ⨯ 57060 = 3269196 Toiſen oder 19615176 pariſer Fuß. Dieſe Beſtimmung iſt ſelbſt von **Huygens** und **Newton** bey ihren Berechnungen zum Grunde geleget worden.

Um jedoch eine nähere Kenntniß von der Geſtalt der Erde zu erhalten, gab ſelbſt **Picard** den Rath, ſeine angefangenen Meſſungen weiter fortzuſetzen, und dieß gab eben die Veranlaſſung zur Verlängerung der Mittagslinie durch ganz Frankreich in den Jahren 1680, 1700 und 1718, wobey die beyden **Caſſini** den nördlichen Grad kleiner als den ſüdlichen zu finden glaubten; woher der bereits ſchon oben angeführte Streit zwiſchen den Franzoſen und Engländern entſtand, bis zuletzt ſelbiger durch die Ausmeſſungen der Herrn **Bouguer** und **Maupertuis** in den Jahren 1735 bis 1744 beendiget wurde, wovon ſchon oben die hiſtoriſchen Nachrichten ſind gegeben worden.

Folgende aus Herrn **Bode** [γ]) genommene Tabelle zeigt die bisher gemeſſenen Meridiangrade an:

α) Meſure de la terre p. M. *Picard* Paris 1671. 8.
β) Degré du méridien entre Paris et Amiens. Paris 1740. 8.
γ) Kenntniß der Erdkugel. S. 82.

Orte und Gegenden.	Mittlere Breite.	Länge des Grades.	Beobachter.
Peru	1° 20′ ſüdlich	56753	Bouguer
Vorgeb. d. gut. Hoffn.	33 18 ſüdlich	57037	de la Caille
Penſylvanien	39 17 nördl.	56888	Maſon β)
Bey Rom	43 1	56979	Boscovich γ
Perpignan, Rhodes	44 33	57048	Caſſini
Turin	44 44	57138	Beccaria δ)
Barcellona, Dünkirch.	45 —	57027	Caſſini
Ungarn	45° 57′	56881	Liesganig ε
Rhodes Bourges	46 14	57040	Caſſini
Bourges Paris	47 28	57071	——
Wien	48 43	57086	Liesganig
Paris, Amiens	49 20	57074	Caſſini
Amiens, Dünkirchen	50 27	57092	——
Holland	52 2	57145	Snellius
England	53 0	57300	Norwood
Lappland	66 19	57422	Maupertuis

Die neueſte Ausmeſſung, welche im Jahre 1792 auß mehreren Mathematikern von den Herrn **Caſſini, M**chain, de la Lambre, de Borda** unternommen wur und 12 Grade vom 39ten bis 51ten nördlicher Breite oder v Barcellona bis Dünkirchen in ſich begriff, gab den 45t Grad der Breite 57027 Toiſen, worauf durch ein Decret d franzöſiſchen Nationalconvents vom 31. Jul. 1793 die Einfü rung eines neuen Maßes gegründet worden. (m. ſ. Mètre).

Um nun die Größe der Erde genau zu beſtimmen, kömm es ganz auf ihre Geſtalt, und auf das Verhältniß der A zum Durchmeſſer des Aequators an. Bey allen dieſen au geführten Meſſungen aber bleibt es bis jetzt noch unmögli etwas Beſtimmtes von der eigentlichen Figur der Erde feſtz ſetzen. Schon der von **de la Caille** gemeſſene Grad a dem Vorgebirge der guten Hoffnung gibt zu erkennen, d
d

α) Diverſ. obſerv. aſtronomiques et phyſiques faites au cap de bon Eſperance in den mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. 17 p. 435.
β) Philoſ. transact. 1768. p. 326.
γ) De litteraria expeditione etc. franz. mit Anmerk. Voyage aſtr et géograph. dans l'état de l'égliſe. 1770.
δ) Gradus Taurinenſis. 1774. 4.
ε) Dimenſio graduum merid. Viennenſ. et Hungar. 1770.

die ſüdliche Halbkugel ganz anders gekrümmt zu ſeyn ſcheine als die nördliche, und daß man die Erde nicht als ein vollkommenes Ellipſoid betrachten könne, wie man doch eigentlich bey der Berechnung der Größe der Erde annehmen muß. Herr **Klügel** [α]) bemerket jedoch, daß die Erde deſſen ungeachtet ein Ellipſoid ſeyn könnte, deſſen Axe aber von der Umdrehungsaxe nur in etwas verſchieden ſey. Bey alle dem aber bleibt noch immer das Verhältniß des Durchmeſſers zur Axe verſchieden, nachdem man dieſes oder jenes Paar der gemeſſenen Grade mit einander vergleichet. Man darf ſich indeſſen gar nicht wundern, daß alle dieſe gemeſſenen Grade in keine vollkommen regelmäßige Krümmung paſſen, wenn man die Umſtände überleget, welche bey einer ſolchen Ausmeſſung Statt haben. Auch bey der genaueſten Vermeſſung ſind gewiſſe Fehler unvermeidlich, welche theils in den gebrauchten Inſtrumenten, theils in der Lage der Oerter, theils aber auch in der Meſſung ſelbſt ihren Grund haben [β]). Bey der Meſſung des Herrn von **Maupertuis** in Lappland beſonders nehmen verſchiedene neuere Mathematiker an [γ]), daß dabey ein Fehler begangen worden ſey, und Herr **Boscovich** berechnet ſelbigen zu 167 Toiſen, ſo daß der Grad unter dem Polarkreiſe nur 57255 Toiſen betrage. Nach gewiſſen Vorausſetzungen finden das Verhältniß des Durchmeſſers zur Axe

Maupertuis wie	178	:	177
Bouguer	179	:	178
De la Caille	200	:	199
Ulloa	266	:	265
De la Condamine	300	:	299

Mallet [δ]) gibt aus ſeiner Formel, welche ſich auf die Natur der Ellipſe gründet, folgendes an:

α) Bode aſtronomiſch. Jahrbuch von 1787 und 1788.
β) Meine Anfangsgründe der Feldmeßkunſt. Jena 1796. 8. Cap.
γ) *De la Lande* Aſtronomie ed. II. §. 2637. Klügel in Bodens aſtronom. Jahrbuche vom Jahre 1790.
δ) Mathematiſche Beſchreibung der Erdkugel. Cap. IV. §. 23.

Verglichene Paare von Graden.	Verhältniß des Durchmeſſers zur Axe.
Lappland, Frankreich	144,5 : 143,5
Cap d. gut. Hoffn. Peru	180,7 : 179,7
Lappland, Peru	215,2 : 214,2
Frankreich, Peru	300,6 : 299,6
Italien, Peru	351,5 : 350,5

Aus allen dieſen das Mittel genommen gibt 238,8 : 237,8, welches dem Verhältniſſe 230,6 : 229,6, das **Newton** aus der bloßen Theorie hergeleitet hatte, ziemlich nahe kömmt. **Euler** [α]) änderte die vier von **Picard**, **Maupertuis**, **Bouguer** und **de la Caille** gemeſſenen Grade ein wenig, um ſie einer Ellipſe anzupaſſen, und fand dadurch das Verhältniß des Durchmeſſers zur Axe = 230 : 229, welches das newtonſche ſelbſt iſt.

Nach der Meinung des Abbe **de Coluſo** [β]) iſt die Erde eigentlich kein geometriſch regelmäßiger Körper; nehme man aber die Vorausſetzung an, daß ſie aus einer gleichartigen Flüſſigkeit beſtehe, wie es die Theorie erheiſche, ſo gebe ſie um die kleine Axe gedrehet wegen des Gleichgewichtes ein vollkommenes Ellipſoid, bey welcher das Verhältniß der großen zur kleinen Axe = 230 : 229. Vergleiche man hiermit die wirklichen Abmeſſungen, ſo werde man auch nur geringe Abweichungen finden. Selbſt **Lambert** hat das Verhältniß des Durchmeſſers zur Axe 231 : 230 angenommen, und hiernach iſt die Tafel-Ausmeſſung für die abgeplattete Figur der Erde berechnet worden [γ]).

Herr du **Sejour** [δ]) nimmt das Verhältniß des Durchmeſſers zur Axe = 321 : 320 vorzüglich aus dieſem Grunde an, weil es eben ſo aus den beobachteten Pendellängen in verſchiedenen Breiten erfolge, und vom Herrn **de la Place** gerade ſo aus phyſiſchen Gründen der Theorie der Erde gefunden

α) Mémoire de l'Académie des ſcienc. de Pruſſe 1753. p. 265.
β) Ueber das elliptiſche Sphäroid. in d. mém. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Turin an. 1788. 1789. Vol. IV. p. 325.
γ) Berliner Sammlung aſtronomiſcher Tafeln. B. III. S. 164-169.
δ) Traité analytique des mouvements apparents des corps céleſtes Tom. II. Paris 1789. 4.

funden worden ſey. Wie das Verhältniß des Durchmeſſers zur Axe durch Hülfe des Pendels ohne beſondere Gradausmeſſungen gefunden werden könne, das ſoll unter dem Artikel **Pendel** gezeiget werden.

Das Verhältniß des Durchmeſſers zur Axe der Erde in Toiſen ausgedruckt iſt

	Halbmeſſer des Aequators.	Halbm. der Axe.
nach **Maupertuis**	3285398	3262800
— **Bouguer**	3281013	3262688,5
— **Newton** (in den berliner aſtron. Tafeln)	3277123	3262875
— **Mallet** (200 : 199)	3280451	3261049

Herr **Klügel**, welcher ſehr genau unterſuchet hat, was ſich aus den bisherigen Meſſungen auf der nördlichen Halbkugel folgern laſſe, gibt folgende Größen an:

Mittlerer Halbmeſſer der Krümmung	3271589	Toiſen
Mittlerer Grad des Mittagskreiſes	57100	——
Halbmeſſer der Krümmung unter dem Aequator	3251249	——
Halbmeſſer der Krümmung unter dem Pol	3303045	——
Halbmeſſer des Aequators	3279991	——
Halbe Erdaxe	3262447	——
Verhältniß des Halbm. zur Axe	187 : 186.	
Mittlerer Halbmeſſer der Erde	3275790	——
Größe des Grades auf d. Aequator	57247	——
Größe des Grades auf dem mittleren Umfang der Erde	57173,5	——
Der 15te Theil davon oder die geographiſche Meile oder 23661 rheinl. Fuß.	3811,6	——

Es kommen alſo auf den Umfang eines Meridians nach dieſen Beſtimmungen 5393 und auf den Umfang des Aequators 5407 geographiſche Meilen.

Nach andern Vorausſetzungen und beſonders nach analytiſchen Rechnungen aus der ellipſoidiſchen Geſtalt der Erde findet **Mallet** folgende Reſultate:

Den Umkreis eines Meridianes	5389 geogr. Meilen.
Die Oberfläche der Erde	8400165 Quadratmeil.
Den körperlichen Inhalt	2669064400 Cubikmeil.

Man ſieht aus allen dieſen angegebenen Verhältniſſen, daß die Abplattung der Erde an den Polen nur wenig beträgt, und daß in den meiſten Fällen die Erde als eine Kugel betrachtet werden kann. Man kann die Größe der Abplattung ſehr bequem durch einen Bruch ausdrucken, welcher den Unterſchied zwiſchen dem Durchmeſſer und der Axe als Theil der letztern angibt. Herr **de la Lande** ſetzt jetzt den Grad der Abplattung auf $\frac{1}{300}$, d. h. der Durchmeſſer iſt $\frac{1}{300}$ Theil der Axe größer als die Axe ſelbſt. In Decimaltheilen der Axe iſt die Größe der Abplattung

nach	**Maupertuis**	= 0,005649
—	**de la Caille**	= 0,005025
—	**Newton**	= 0,004348
—	**de la Condamine**	= 0,003344
—	**du Sejour**	= 0,003125

Betrachtet man die Erde als eine Kugel, auf welcher ein Grad ins Mittel aus den neuern Beſtimmungen nach Herrn **Klügel** 57173½ Toiſen beträgt, ſo wäre der Halbmeſſer der Erde 3275790 Toiſen. Auf 1 Grad 15 Meilen gerechnet gibt demnach 1 Meile = 3811,6 und daher

der Halbmeſſer	= 859,5 Meilen
die Oberfläche	= 9282060 Quadratmeilen
der körperliche Inhalt	= 2659310190 Cubikmeilen.

In aller Strenge genommen wird ſich wohl nie die wahre Geſtalt unſerer Erde und ihre Größe mit Gewißheit beſtimmen laſſen, indem bey wirklichen Ausmeſſungen ſehr viele Schwierigkeiten eintreten, um nur mit erträglicher Schärfe die verlangten Reſultate zu erhalten, bey Beſtimmung der Größe unſerer Erde durch Hülfe des Pendels aber ſo viele lokale Umſtände Statt finden können, daß wir daraus gar nicht mit einiger Gewißheit auf die Größe und Geſtalt der Erde ſichere Schlüſſe zu machen im Stande wären. M. ſ. **Pendel.**

Daß unſer Erdkörper ein dunkeler Körper ſey, das beweiſen nicht allein die Abwechſelungen der Tage und Nächte, ſondern auch vorzüglich die Finſterniſſe des Mondes, welcher in den Erdſchatten tritt. Auch iſt es höchſt wahrſcheinlich, daß ſich die Erde um die Sonne bewege. M. ſ. **Weltſyſtem.** Nimmt man dieſes leztere wirklich an, bey der Vorausſetzung, daß die Sonne ruhe, ſo erfolgen alle Erſcheinungen der ſcheinbaren Bewegung der Sonne eben ſo, als wenn die Erde ruhete, und die Sonne um die Erde ſich bewegte. Es ſey nämlich (fig. 43.) ſ die Sonne und t die Erde, welche ſich in der Bahn tcgh um die Sonne ſ herumbeweget. In dieſer Bahn nehme man die Punkte a, b, c u. ſ. willkürlich an, und ziehe durch dieſe Punkte nach der Sonne gerade Linien, und mit dieſen nach der Ordnung durch die Erde t parallele Linien, ſo erhellet, daß die ſcheinbare Bahn der Sonne durch die Punkte d, e, f u. ſ. gehet, und folglich der Bahn der Erde gleich und ähnlich iſt. Der Beobachter, welcher ſeine eigene Bewegung nicht fühlet, hat demnach die Empfindung, als wenn die Erde ruhete, die Sonne aber in dieſer ſcheinbaren Bahn ſich fortbewegte.

Die Erdbahn umſchließt nach aſtronomiſchen Beobachtungen die beyden Bahnen des Merkurs und der Venus; dahingegen ſie von den Bahnen des Mars, Jupiters, Saturnus und Uranus umſchloſſen wird. Daher erkläret es ſich, daß wir von der Erde aus die Venus und den Merkur beſtändig neben und bey der Sonne, hingegen die übrigen vier Planeten auch der Sonne gegenüber ſehen.

Die Erdbahn iſt, wie alle Planetenbahnen, elliptiſch, in deren einem Brennpunkte die Sonne ſich befindet, und iſt folglich mit der Ecliptik einerley. Sie läuft jährlich in ſelbiger ein Mahl herum, und muß daher ein Mahl der Sonne am nächſten, das andere Mahl derſelben am weiteſten ſeyn. (M. ſ. **Sonnennähe, Sonnenferne**). Zu Ende des Decembers, folglich beynahe im Anfange des Jahres, iſt ſie der Sonne am nächſten, und zu Ende des Junius oder

oder beynahe im Anfange des Julius ſteht ſie von der Sonne am weiteſten ab. Die halbe große Axe dieſer Bahn läßt ſich nach den neueſten aſtronomiſchen Beobachtungen auf 23982,8 Erdhalbmeſſer ſetzen. Nimmt man dieſe Größe als Eins an, ſo beträgt die Eccentricität der Erdbahn 0,01682. M. ſ. **Eccentricität.**

Man nennt die Zeit, in welcher unſere Erde einmahl um die Sonne läuft, das **Sonnenjahr**, welches 365 Tage, 5 Stunden 48 Minuten oder 525948 Minuten beträgt. Wenn man nun der Kürze wegen die Erdbahn als einen vollkommenen Kreis betrachtet, ſo beträgt ihre Peripherie 2. 3,1416. 23983 = 150696 Erdhalbmeſſer, mithin die Geſchwindigkeit der Erde in einer Minute $\frac{150696}{525948} = 0{,}2865$ ihres Halbmeſſers, d. i. $0{,}2865 \times 3275790 = 938514$ Toiſen oder in einer Sekunde $\frac{938514}{60} = 15642$ Toiſen, alſo etwas mehr als 4 Meilen, die Meile 3811,6 Toiſen geſetzet, welches die Geſchwindigkeit einer Kanonenkugel, die man in 1 Sekunde auf 600 Fuß ſchätzt, an die 157 Mahl überſteiget. Uebrigens geſchiehet die Bewegung der Erde ſtets nach der Folge der himmliſchen Zeichen oder von Abend gegen Morgen.

Was die Umwälzung der Erde um die Axe betrifft, ſo geſchieht dieſe in einem gewiſſen Zeitraume, der ſich beſtändig gleich bleibt, und daher auch das Maß der Zeit ſelbſt abgibt. Man nennt dieſen Zeitraum einen **Sterntag**, oder auch **die Zeit der erſten Bewegung;** nach mittlerer Sonnenzeit macht er 23 Stunden, 56 Minuten und 4 Sekunden. Eben dieſe Umwälzung der Erde um ihre Axe verurſachet, wie oben ſchon iſt gezeiget worden, daß ſich die Himmelskugel mit den daran befindlichen Sternen von Morgen gegen Abend zu bewegen ſcheinet. Bey dieſer Umwälzung der Erde beſchreibet ein jeder Punkt auf der Oberfläche derſelben einen Kreis, welcher deſto größer iſt, je näher der Punkt dem Aequator liegt: der Ort im Aequator ſelbſt beſchreibt einen größten Kreis, welcher alſo binnen 24 Stunden 5400 Meilen zurücke leget.

Die

Die Axe der täglichen Umdrehung der Erde ſteht aber auf der Ebene ihrer Bahn nicht ſenkrecht, ſondern neiget ſich vielmehr gegen ſelbige um einen Winkel von etwa 23° 30′ (m. ſ. **Schiefe der Ecliptik**). Dieſe ſchiefe Stellung der Erdaxe, welche in allen Stellen der Erdbahn gegen die Ebene derſelben beynahe eine unveränderliche Neigung behält, und folglich faſt jederzeit unter ſich parallel bleibt, verurſachet, daß ſich die Ebene des Aequators mit der Ecliptik unter eben den Winkel von 23° 30′ zu durchſchneiden ſcheinet; daher ſcheinet die Sonne etwa vom 21. März an bis den 21. Juni um 23½ Grad über den Aequator in der nördlichen Halbkugel hinauf zu ſteigen, vom 21. September aber bis zum 21. December um eben ſo viele Grade in die ſüdliche Halbkugel hinabzugehen. Hierin iſt zugleich der Grund der Abwechſelungen der Tageslängen und der verſchiedenen Jahreszeiten auf unſerer Erde zu ſuchen.

Die Urſache der Umdrehung der Erde um ihre Axe rührt nach der Annahme der Mathematiker von einer Kraft her, welche auf die Maſſe der Erde in einer Entfernung des 64ten Theils ihres Halbmeſſers von ihrem Mittelpunkte gewirket habe. Allein woher kam dieſe Kraft? Dieſe Frage gehörig zu entſcheiden, ſcheint nicht ganz in unſerer Gewalt zu ſtehen. Wenn man annimmt, daß ein Stoß oder eine andere mitgetheilte Bewegung im erſten Anfange dieſe Umdrehung verurſachet habe, und daß dieſe nun in alle Ewigkeit vermöge der Trägheit mit gleichförmiger Geſchwindigkeit erfolgen müſſe, ſo iſt man mit der Erklärung dieſer Erſcheinung freylich bald fertig; allein es entſtehen nun noch größere Schwierigkeiten, einzuſehen, wer oder was dieſen Stoß applicirte oder die gleichförmig darauf erfolgte Bewegung mittheilte, und wie ſelbſt die Bewegung beſtändig gleichförmig dauerte. **De la Metherie** *) meinet, es ſey dieſe Kraft eine Folge der Kräfte, welche den Elementen, aus welchen die Erde beſtehe, eigenthümlich zukomme. Dieſe beſondern Kräfte befänden

*) Theorie der Erde. Leipzig 1797. 8. B. I. S. 53.

ſänden ſich nicht in einem vollkommenen Gleichgewichte unter einander, ſondern es finde auf der einen Seite ein Uebermaß Statt, welches die Umwälzung der ganzen Maſſe um ihre Axe hervorbringe, und ihr zu gleicher Zeit die fortſchreitende elliptiſche Bewegung mittheile. Allein die fortſchreitende elliptiſche Bewegung kann unmöglich in den Kräften der Elemente der Erdmaſſe ihren Grund haben: denn die Metaphyſik beweiſet nur zwey Grundkräfte der Materie, nämlich anziehende und zurückſtoßende Kraft. Vermöge der Anziehung haben die Elemente ein bloßes Beſtreben, ſich nach dem Mittelpunkte der Erde hinzubewegen, mithin gehen gegen dieſen Punkt die Richtungen der Kräfte aller Elemente, wie auch die Erfahrung beweiſet, und es kann folglich dadurch keine fortſchreitende Bewegung erfolgen. Aber auch die zurückſtoßende Kraft kann keine ſolche fortſchreitende Bewegung zu Wege bringen; denn hätte die Zurückſtoßung der materiellen Elemente ein Uebergewicht vor der Anziehung, ſo würden ſich dieſe Elemente in alle Welt zerſtreuen. Die fortſchreitende Bewegung der Erde beruht, meiner Meinung nach, bloß auf den Anziehungen der himmliſchen Körper gegen einander, wie ich bereits ſchon ausführlich hiervon unter dem Artikel **Centralkräfte** geredet habe. Ob aber die Umwälzung der Erde um ihre Axe von den Kräften der Elemente der Erdmaſſe herrühre, dieß ſcheint ebenfalls aus angeführten Gründen unwahrſcheinlich zu ſeyn. Vielmehr ſcheint mir der Grund der Umwälzung der Erde um die Axe ebenfalls von der Anziehung der Weltkörper unter einander, und beſonders von der Umdrehung derſelben um ihre Axen abzuhangen. Bey der Vorausſetzung der Umdrehung der Sonne um ihre Axe ſcheinen die Umdrehungen aller übrigen zum Sonnenſyſtem gehörigen Weltkörper eine Folge zu ſeyn.

Die Erde wird in ihrer jährlichen Bahn um die Sonne durch die Anziehung der Weltkörper unter einander etwas geſtöret, und eben daher rühren die Ungleichheiten in der ſcheinbaren Bewegung der Sonne, worauf bey der Berechnung ihres wahren Ortes aus den aſtronomiſchen Tafeln zu ſehen iſt.

Wenn

Wenn unſere Erde aus der Sonne betrachtet würde, ſo würde ihr ſcheinbarer Durchmeſſer etwa 17 Sekunden betragen. Da nun der ſcheinbare Durchmeſſer der Sonne in der zunehmenden Geſchwindigkeit derſelben etwa 32 Minuten beträgt, mithin ungefähr 113 Mahl größer als der Durchmeſſer der Erde erſcheinet, ſo folgt, daß die Erdkugel

in Durchmeſſer 113 Mahl
an Oberfläche 12769 Mahl und
an körperlichen Raum 1442897 Mahl

kleiner als die Sonne iſt.

Von dem Trabanten der Erde, oder von dem Monde, welcher von der Erde etwa 60 Erdhalbmeſſer entfernet iſt, ſoll in einem eigenen Artikel gehandelt werden.

Uebrigens läßt ſich noch aus den Geſetzen der Schwere die Dichtigkeit der Maſſe unſerer Erde in Vergleichung mit der Dichte anderer Himmelskörper berechnen. So iſt die Erde ungefähr 4 Mahl dichter als die Sonne, 5 Mahl dichter als Jupiter, 10 Mahl dichter als Saturn u. ſ. f.

Nach obigen Beſtimmungen war die Oberfläche der Erde im Quadratmaß auf 9282060 geographiſche Quadratmeilen gefunden. Dieß iſt aber nur zu verſtehen, wenn man ſich die Meeresfläche allenthalben erweitert vorſtellet. Da aber das feſte Land mehrere Unebenheiten beſitzet, ſo würde die angegebene Größe der Oberfläche freylich eigentlich größer ſeyn; allein dieß kann hier in keine ſonderliche Betrachtung kommen, zumahl da es uns unmöglich iſt, hierüber richtige mathematiſche Reſultate zu beſtimmen.

Den kleinſten Theil auf der Oberfläche der Erde machen zwey Stücke feſten Landes aus, welche gewiſſer Maßen als unregelmäßig gebildete aus dem Waſſer, welches den größten Theil der Erde umgibt, hervorragende Inſeln zu betrachten ſind. Das erſte Stück des feſten Landes war ſchon den Alten bekannt, und heißt daher auch die alte Welt. Es begreift dieſes die bekannten drey Welttheile, Aſien, Afrika und **Europa** in ſich. **Europa** liegt größtentheils in der nördlichen gemäßigten Zone des Polarkreiſes, und es erſtreckt ſich

ſich nur ein geringer Theil über den Polarkreis in die nördliche kalte Zone hinaus. Es bedeckt ungefähr den 54ten Theil der Erdfläche. **Aſia** grenzt an der Oſtſeite an Europa, erſtreckt ſich mit einem Theile in die nördliche gemäßigte Zone, mit einem andern in die kalte Zone, und mit einem dritten in die heiße Zone. Es bedeckt ungefähr den 14ten Theil der Erdfläche. **Afrika** fällt größtentheils ſüdwärts von Europa in die heiße Zone, nur ein kleiner Theil erſtreckt ſich in die gemäßigten beyden Zonen. Es bedeckt etwa den 17ten Theil der Erdfläche.

Das zweyte Stück wurde im Jahre 1492. von **Chriſtoph Colom** entdeckt, und heißt die **neue Welt**, oder von dem Florentiner, **Amerigo Veſpucci, Amerika.** Es wird dieſes durch die in der Mitte befindliche ſchmale Landenge bey Panama in zwey beſondere Theile in **Nord**- und **Südamerika** eingetheilet, und erſtreckt ſich von der nördlichen kalten Zone durch die gemäßigte nördliche, durch die heiße, und mit einem großen Stücke durch die ſüdliche gemäßigte Zone. Es begreift ungefähr den 16ten Theil der Erdoberfläche. Da das ſüdwärs von den Molucken gelegene **Neuholland** eine ſehr große Inſel iſt, und an Größe beynahe Europa gleich kömmt, ſo hat Herr **Forſter** *) ſelbige als ein drittes Stück feſten Landes auf der Erdfläche betrachtet.

Verſchiedene neuere Geographen haben die zwiſchen Aſien und Amerika im ſtillen Meere oder Südmeere gelegenen häufigen Inſeln als einen neuen oder fünften Welttheil unter dem Nahmen **Auſtralien** oder **Polyneſien** betrachtet. Es beſteht dieſer Welttheil aus **Neuholland, Neu-Guinea,** dem **Lande der Papuas, Neu-Britannien, Neu-Irland, Louiſiade, Neuſeeland,** den zwiſchen und nahe an den Wendekreiſen etwa vom 90ten bis 180ten Grad weſtlicher Länge zerſtreueten **tropiſchen Inſeln,** und einigen unfruchtbaren Inſeln im ſüdlichen Eismeere.

*) Bemerkungen über Gegenſtände der phyſikaliſchen Erdbeſchreibung ꝛc. aus dem Engl. von Ch. Forſter. Berlin 1783. 8.

meere. Merkwürdig iſt es übrigens, daß alle große Stük- ken vom feſten Lande gegen Süden in Spitzen mit hohen Vorgebirgen ſich endigen, welche oſtwärts Inſeln, weſt- wärts aber große Buchten oder Meerbuſen neben ſich haben. Der Anblick iſt beynahe ſo, als wenn eine von Süden her- eingebrochene Waſſerfluth dem trockenen Lande ſeine Geſtalt gegeben habe.

Herr **Bode** gibt nach einer vom Herrn **Klügel** [α]) und **Tempelmann** [β]) genommenen Rechnung den Flächen- raum

von Europa	171834	geographiſche	Quadratmeilen		
— Aſien	641093	—	—	—	
— Afrika	531638	—	—	—	
— Amerika	572110	—	—	—	
— Neuholland	143000	—	—	—	
Summe	2059675	geographiſche Meilen.			

Wenn man nun noch die übrigen Inſeln auf eine Mil- lion Quadratmeilen rechnet, ſo würde doch nur die Ober- fläche des feſten Landes auf der Erde 3059675 geographiſche Quadratmeilen betragen. Zieht man dieſe von der ganzen Oberfläche der Erde ab, ſo würden 7222385 Quadratmeilen mit Waſſer bedeckt ſeyn. Es beträgt folglich das feſte Land noch nicht ein Mahl $\frac{1}{3}$ von der Oberfläche unſerer Erde [γ]).

Es iſt bekannt genug, daß ſich von der Erdoberfläche Vorſtellungen durch Hülfe mathematiſcher Zeichnungen geben laſſen, wovon mit mehrerem unter dem Artikel **Land- karten.** Die Vorſtellung auf zwey Bogen geben: hemi- ſphère ſeptentrional et meridional, dreſſé en 1754 p. M. le Comte *de Redern*, executé par l'ordre de l'Académie à Berlin 1762; Eaſtern and Weſtern He- miſphere Lond. by *Jefferies* and *Faden* 1773. 1775. Von der ſüdlichen Halbkugel allein von **Vaugondy** unter dem

α) Encyclopädie. Th. II. S. 422.

β) New ſurview of the globe in 35 Kupfertafeln.

γ) Joh. El. Bode Anleitung zur allgemeinen Kenntniß der Erd- kugel.

dem Titel: Hemiſphère auſtral ou antarctique etc. dreſſé ſous les yeux de M. le duc *de Croy*. 1773; Hemiſphère ſuperieur et inferieur de la Mappemonde, projettés ſur l'horizon de Paris par le P. *Chryſologue de Gy*. Paris 1778. 2 Bogen; die ſüdliche und nördliche Erdoberfläche, auf der Aequatorialfläche entworfen von **Chriſtlieb Bened. Funk**. Leipz. 1781. auf 2 Bogen, nebſt einer Anweiſung zum Gebrauch; Beſchreibung und Gebrauch einer auf den Horizont von Berlin entworfenen Weltcharte in 2 Planiſph. von **J. E. Bode**. Berlin und Stettin 1793. gr. 8.; A Map of the World on a globular Projection, exhibiting particularly the nautical Reſearches of Capit. *J. Cook*, with all recent diſcoveries for the preſent time, carefully drawn by *A. Arrowſmith* auf Velinpapier, mit dieſer Abhandlung begleitet: A Companion to a Map of the World Lond. 1795. 4. worin die Projektionsart und die Methode der Zeichnung erkläret, die Meſſung der Entfernungen der Oerter auf der Karte gelehret, die Höhe der beträchtlichſten Berge, die Größe der Flüſſe, die neueſten Beſtimmungen der Größe und Figur der Erde u. ſ. f. angegeben werden.

Aus der äußern Geſtalt des feſten Landes unſerer Erdkugel läßt ſich unmöglich auf das Innere ſchließen. Selbſt die tiefſten Bergwerke, welche doch noch immer um ein Beträchtliches höher als die Meeresfläche liegen, und deren Tiefe folglich nur einen ganz unbeträchtlichen Theil von der Länge des Erdhalbmeſſers ausmacht, ſind keines Weges Mittel, aus den darin angeſtellten Erfahrungen Schlüſſe auf die innere Beſchaffenheit der Erde zu machen. Indeſſen bleiben die in ſelbigen vorgefundenen Produkte dem nachdenkenden Naturforſcher immer merkwürdig, indem ſie wenigſtens unläugbare Beweiſe von dem allmähligen Entſtehen der Erdrinde abgeben, und die Geſchichte der Erde ungemein unterſtützen können.

Man mag auf der Oberfläche der Erde, wo man will, eingraben, ſo wird man verſchiedene über einander liegende

Schich-

Schichten oder Lagen von mancherley Erd- und Steinarten finden, die wenigſtens ungefähr horizontal laufen. Die oberſte Schichte beſteht gemeiniglich aus der ſo genannten **Garten- oder Dammerde**, worin die Pflanzen wachſen, und welche eine Miſchung von mehreren von einander verſchiedenen Subſtanzen iſt, nämlich von verfaulten vegetabiliſchen und thieriſchen Körpern, die mit der Erde des Erdbodens vermengt ſind; bisweilen wird jedoch dergleichen Dammerde in einer ziemlichen Tiefe unter andern Schichten gefunden, und es ſind die Schichten nicht alle Mahl nach ihren ſpecifiſchen Schweren über einander geordnet, wie man dieß am öftern beym Brunnengraben beobachtet hat. So fand man z. B. bey Grabung eines Brunnens bey Amſterdam, welcher eine Tiefe von 116 Ellen hatte, daß die erſten 50 Ellen des Bodens aus Dammerde, aus Sand, Torf und Thon beſtanden, hierauf kam eine Lage von Sand, welcher mit Muſchelſchalen vermiſcht war, 4 Fuß dick; hierauf folgte eine Lage Lehm, und endlich eine Lage Sand; die letztere hatte eine Dicke von 31 Fuß, und die vorletztere eine von 102 Fuß.

Alle dieſe Schichten haben das Anſehen, als wenn Waſſer mit verſchiedenen ungleichartigen Materien vermiſcht mehrere Mahl durchs Stehen dieſe ungleichartigen Materien als Bodenſätze abgeſetzet hätte. Sind dieſe Schichten wirklich ſo entſtanden, ſo muß man ſchließen, daß das trockene Land zu verſchiedenen Mahlen mit Waſſer überdecket geweſen ſey, das verſchiedene ungleichartige Körper bey ſich führte, die ſich zu verſchiedenen Zeiten als Bodenſätze feſtgeſetzet haben. Daß dergleichen Schichten auf angezeigte Weiſe entſtanden ſind, lehret beynahe die tägliche Entſtehung von ſolchem Lande. Denn die freye Luft, die Witterung, die Kälte und beſonders die Regengüſſe geben ununterbrochen Gelegenheit, daß kleinere oder größere Stücken Felſen, Erde, Sand u. d. g. von hohen Bergen herabgeführet werden, und ſo die erhabenen Gipfel der Berge niedriger machen; der Regen ſchwemmt dann dieſe Theile mehr oder weniger

niger weit fort, bis ſie auf einen ſanften Abhang des Be
ges gekommen ſind, wo ſie eine längere Zeit liegen bleibe
nach und nach werden ſie aber von den Waſſern weiter fo
geriſſen, und in Flüſſe übergeführet; dadurch müſſen no
wendig die Ebenen höher werden und verſchiedene Schicht
über einander entſtehen. Ein Theil von den herabg
ſchwemmten Stücken wird nach und nach bis in den Scho
der Seeen und Meere fortgeſchwemmt, und die Betten de
ſelben werden auf dieſe Art erhöhet. In einer lang
Reihe von Jahren wird natürlich dadurch verurſachet, da
ſich das feſte Land eine ſehr große Weite tiefer ins Me
hinein erſtrecke; und eben daher erkläret es ſich, daß in b
trächtlichen Tiefen eine Menge von Conchylien, Seem
ſcheln u. d. g. geſunden werden, welches ſehr wahrſcheinli
die Vermuthung zurück läßt, daß ſonſt daſelbſt Meergru
geweſen iſt. So war z. B. Damiette im 12ten Jahrhu
derte ein Hafen, wo Ludwig IX. landete; jetzt iſt aber di
ſer Ort ſehr weit vom Meere entfernet. Eben ſo verdan
ein Theil der Lombardey ſeine Entſtehung ſolchen gebildete
Erdreichen; der Po hat eine ungemein große Menge Stei
von Felſen, die an höhern Orten ſtehen, in dieſes Land g
bracht, und darin abgeſetzt; **Ramazzini** berichtet, da
wenn man bey Modena 14 Fuß tief in die Erde gräbet, ma
Ueberbleibſel einer alten Stadt, Häuſer, gepflaſterte Straße
u. ſ. f., dann aber eine ziemlich feſte Erde, unter dieſe
eine feuchte Erde, welche mit vielen Pflanzenkörnern ve
miſcht iſt, findet; in einer Tiefe von 26 Fuß aber, ſetzt e
hinzu, trifft man ganze Bäume an, z. B. Nußbäume mi
ihren Früchten und ſehr viele Aeſte und Blätter, und noc
2 Fuß tiefer eine ſehr zarte Kreide, welche mit ſehr viele
Muſchelſchalen vermengt iſt; dieſe Kalklage iſt 11 Fu
dick, und unter derſelben finden ſich wieder Aeſte, Blätte
und ganze Pflanzen; auf dieſe Art wechſeln, bis zu eine
Tiefe von 63 Fuß, Kreideſchichten und Lagen von eine
feuchten mit Pflanzentheilen vermengten Erde mit einande
ab; dann aber kömmt eine Schicht von Sand, welch
mi

mit größeren Steinen und mit Muſchelſchalen, die denen gleichen, die man an den Küſten des italiäniſchen Meeres findet, vermiſcht iſt; auch findet man Knochen, Steinkohlen und Stücke Eiſen in dieſem Erdreiche und **Ramazzini** vermuthet daher, daß ſich der venetianiſche Meerbuſen ſonſt bis nach Modena und vielleicht noch weiter erſtrecket habe, und daß in der Folge nach und nach dieſes Erdreich durch Flüſſe und vielleicht durch Austreten des Meeres an dieſen Ort gebracht worden ſey.

Aehnliche Betrachtungen laſſen ſich auch bey der Entſtehung der verſchiedenen Gebirge anſtellen, welche offenbar in verſchiedene Zeiten fallen. Bey den urſprünglichen Gebirgen, welche gleichſam den Kern aller Gebirgsketten ausmachen, nimmt man keine ſolche Schichten mit Seeprodukten vermengt wahr, und ſie beſtehen größtentheils aus Granit; hingegen geben die zweyte Hauptklaſſe der Gebirge oder die ſo genannten Flötzgebirge unläugbare Spuren der unter dem Waſſer geſchehenen Entſtehung an, und ihre ganze Bildung mit den darin befindlichen Seeprodukten beweiſen, daß ſie nichts weiter ſind als Bodenſätze des Waſſers, welche vermuthlich in verſchiedenen Perioden gebildet ſind. Bey der dritten Hauptklaſſe von Bergen, welche größtentheils aus Sandſtein und Mergelſchichten beſtehen, findet man zwar keine Seeprodukte, aber deſto häufiger verſteintes Holz, Abdrücke von Knochen der Landthiere und Pflanzen u. ſ. w. Die vierte Hauptklaſſe der Gebirge zeigt offenbar ihren vulkaniſchen Urſprung. M. ſ. **Berge**.

In Anſehung der innern Beſchaffenheit unſerer Erde, von welcher wir gar keine Erfahrung haben können, hat man von jeher verſchiedene Meinungen gehabt. Manche haben ſich das Innerſte als eine ungeheuere Höhlung vorgeſtellet, andere haben ein Centralfeuer, andere Waſſer, noch andere einen Magnet u. ſ. in der Mitte der Erde angenommen. Wenn man die Sache ſo betrachtet, wie es den Geſetzen der Schwere gemäß iſt, ſo muß man annehmen, daß die Maſſe gegen den Mittelpunkt der Erde zu in der Dichtig-

keit immer mehr zunehme, welches auch die Beobachtungen des Herrn **Maskelyne** bey dem Berge Shehallien in Schottland zu beweiſen ſcheinen, wovon mit mehrerem unter dem Artikel **Gravitation**.

Von der Entſtehung und Bildung der Erde hat man von jeher ſehr viele Hypotheſen aufgeſtellet. Herr **Lichtenberg** [α]) gibt funfzig dergleichen an, und es läßt ſich in Wahrheit bey den meiſten der Ausſpruch des unſterblichen Jeruſalems [β]) anwenden: **die Armſeligkeit unſerer Philoſophie wird nie ſichtbarer, als wenn wir uns damit abgeben, Schöpfungsplane zu machen.**

Viele von denen, welche in den älteſten Zeiten lebten, nahmen überhaupt ein **Chaos** an, aus welchem durch die Wirkung der Elemente eine Trennung erfolget ſey, wodurch alles ſeine gehörige Stelle erhalten habe. Andere, beſonders die Aegyptier und alten Griechen, glaubten, daß unſere Erde aus Waſſer beſtanden habe, welches ſich allmählig verminderte, und in Abgründe oder Höhlen trat, worauf feſter Boden zum Vorſchein kam und Pflanzen und Thiere entſtanden. Auch meinten ſie noch, daß bey Gelegenheit das Waſſer aus den Abgründen wieder hervortreten und Ueberſchwemmungen hervorbringen könnte, daß aber endlich das Waſſer an der Oberfläche der Erde verſchwinden und der Erdkörper ſich entzünden würde. Dieſe letzte Meinung trägt **Ovid** [γ]) in folgenden Verſen vor:

> Nil equidem durare diu ſub imagine eadem
> Crediderim; ſic ad ferrum veniſtis ab auro
> Secula; ſic toties verſa eſt fortuna locorum.
> Vidi ego, quod fuerat quondam ſolidiſſima tellus,
> Eſſe fretum; vidi factas ex aequore terras
> Et procul a pelago conchae iacuere marinae;
> Et vetus inuenta eſt in montibus anchora ſummis;
> Quodque fecit campus, vallem decurſus aquarum
> Fecit, et eluuie mons eſt deductus in aequor.

Eine

α) Geologiſche Phantaſien im götting. Taſchenbuche für 1795. S. 79 f.
β) Fortgeſetzte Betrachtung über die vornehmſten Wahrheiten der Religion. S. 50.
γ) Metamorphoſ. lib. XV. verſ. 259 f.

Noch eine andere Meinung der Alten, welche ſich in Aſien ſehr ausgebreitet hatte, war die der Braminen, welche glaubten, daß anfänglich die Erde durch Feuer entzündet ſey und gebrannt habe. Dieſe Meinung iſt in der Folge von den Stoikern und andern griechiſchen Philoſophen vertheidiget worden, und hat ſelbſt unter den Neuern Anhänger gefunden. **Juſtin** [α]) gedenkt der letztern beyden Meinungen mit deutlichen Worten: er ſagt da, wo er von den Scythen redet, und die Frage unterſuchet, ob dieſes Volk älter ſey, als die Aegyptier: ceterum ſi mundi partium aliquando vnitas fuit, ſiue illuuies aquarum principio rerum terras obruptas tenuit, ſiue ignis, qui et mundum genuit, cuncta poſſedit, vtriusque primordii Scythas origine praeſtare.

Leucipp, **Demokrit** und **Epikur** hielten dafür, daß die Welt aus Atomen entſtanden ſey, welche beſtändig in einer lothrecht fallenden Richtung geweſen ſeyn, durch irgend einen Zufall aber in dieſer lothrechten Richtung geſtöret, zuſammengetreten, und auf dieſe Weiſe die Körper erzeuget haben.

Nach **Descartes** [β]) gab es vor der Schöpfung der Welt einen Klumpen von ungemeiner Härte, welchen Gott durch ſeine Allmacht zerſchlug, und den Theilen desſelben eine Bewegung gab. Nachdem ſich ſolchergeſtalt die bewegten Theile an einander rieben, ſo entſtanden eine Menge kleiner Kugeln, grobe eckige Stücke, welche von den größern Stücken abgeſtoßen wurden, indem ſie ſich an einander rieben, und eine ganz feine ſubtile Materie. Dieß ſind ſeine drey Elemente, woraus er die Welt entſtehen läßt. Die ſubtile Materie, oder das erſte Element, bildete die Sonne nebſt den übrigen Fixſternen; die kleinen Kugeln, oder das zweyte Element, gaben den Aether oder die Materie zu den Wirbeln; die eckigen Körper endlich, oder das dritte Element, welche zur Bewegung nicht geſchickt genug waren, aber ſich deſto feſter mit einander verbinden konnten, waren der Stoff zu den Planeten

α) Lib. II. cap. I.
β) Principia philoſophiae im 2ten Bande ſeiner oper.

ten und Kometen. Seiner Meinung nach iſt unſere Er vormahls ein Stern geweſen mit einem eigenen Wirbel, mit vieler grober Materie angefüllet war, die nachher ei dunkele Rinde um ſelbigen bildete, aus welcher nur hier u da das Centralfeuer hervorgebrochen ſey. In dieſem Z ſtande ſey ſie von dem Wirbel der Sonne ergriffen word Dadurch wären nun zuerſt die gröbſten Theile des dritten E mentes in der Erdrinde herabgeſtürzet, und hätten die Er ſchichten und das Waſſer gebildet. Weil aber die feinſt Theile des dritten Elementes, welche über dem Waſſer ſ beſänden, nicht ganz von den gröbern befreyet werden kon ten, ſo entſtand von ihnen ein Bette über dem Waſſer, w ches nachher einſtürzte, und Erhöhungen und Vertiefung auf der Erdfläche bildete. Auf eben dieſe Art ſucht er au die Entſtehung der Metalle, Salze, Vulkane, Quellen u zu erklären.

Thomas Burnet *) glaubt, daß die vom Moſes zählte Schöpfungsgeſchichte unſere Erde allein angehe, wel lange nach der übrigen Welt erſt hervorgebracht ſey. A fänglich habe unſere Erde die Geſtalt eines flüſſigen Cha von allerley Materien als ein verworrenes Gemiſch geha wovon die gröbſten und ſchwerſten niedergeſunken ſeyn, u den Kern der Erde ausgemacht haben. Die leichtern The hätten ſich wieder in zwey andere Lagen begeben, die gröbe hätten ſich nämlich um den Kern der Erde gelegt, und d Waſſer gebildet, die leichteſten aber wären aufgeſtiegen, u hätten die Luft ausgemacht. Die Luft ſelbſt hätte noch vi grobe irdiſche Theile enthalten, und ſey daher dunkel geweſe nachdem aber dieſe Theile herabgefallen wären, ſo hätten nicht allein der Luft ihre Durchſichtigkeit gegeben, ſondern hätten ſich auch mit den öhlichten Theilen auf der Oberfläc verbunden, und auf dieſe Weiſe die obere Erdrinde gebild So war nun die Erde eben, ohne Meer und ohne Ber ohne Wechſel der Jahreszeiten u. ſ. f. Nach 1600 Jahr

ab

*) Telluris theoria ſacra, orbis noſtri originem et mutationes, qu aut iam ſubiit aut ſubiturus eſt, complectens. Lond. 1681. 4.

aber war die Erdrinde ſo ausgetrocknet, daß ſie nunmehr zu reiſſen anfing, und in Stücken zerbrach, welche ſich in das Waſſer hinabſtürzten und zugleich eine Menge Luft mit ſich nahmen, wodurch das Waſſer deſto mehr empor ſtieg, und ſo die moſaiſche Sündfluth verurſachte. Nachher fand das Waſſer Abflüſſe in unterirdiſche Höhlen, und verließ daher einen Theil der eingeſtürzten Erdrinde, wodurch die Unebenheiten, als Thäler mit abwechſelnden Bergen, entſtänden, welche gleichſam die Trümmern der eingeſtürzten Erdrinde vorſtellten. Daher erhielt nun die Erde die jetzige Geſtalt.

Der Herr **von Leibnitz** [a]) iſt der Meinung, daß unſere Erde aus einem geſchmolzenen und ausgebrannten Körper entſtanden ſey. Nach dem Verlöſchen habe ſich das Licht abgeſondert, und dieß ſey der Anfang der Schöpfung. Die durch die Hitze verglaſeten Schlacken machten die Erdrinde aus, in welcher beym Erkalten Blaſen und Erhöhungen, d. i. Höhlen und Berge entſtänden. Nachdem nun die Oberfläche erkaltet war, ſo fielen die Dünſte aus der Atmosphäre herab, und bedeckten dadurch die Erde mit Waſſer, welches die Salze auflöſete, und daher das ſalzige Seewaſſer verurſachte. Nachdem die Erde noch mehr abkühlte, entſtanden große Riſſe in der Erdrinde, wodurch das Waſſer zum Theil ablief, und daher Länder zum Wohnplatze der Menſchen entſtanden. Nachher ſtürzten ſich die höchſten Theile, welche ſchon mit Waſſer bedeckt, und daher mit Conchylien angefüllet waren, auf ein Mahl nieder, fielen in die mit Waſſer bedeckten Tiefen, welches nun zum zweyten Mahle hervordrang, und die Erde überſchwemmte, bis ſich wieder neue Höhlungen öffneten, in welche das überflüſſige Waſſer abfloß.

William Whiſton [β]) glaubet, daß die Erde vor der Schöpfung oder Umwandlung, welche von Moſes erzählet wird, ein wüſtes Chaos, oder ein ausgebrannter Komet ge-

a) Protogaea ſ. de prima facie telluris et antiquiſſimae hiſtoriae veſtigiis in ipſis naturae monumentis diſſ. in act. erud. Lipſ. an. 1693.

β) A new theory of the earth. Cambridge 1738. 8.

weſen ſey, aus welchem die Erde in 6 Jahren, ſo wie ſie jetzt iſt, ausgebildet worden. Nach ihm gab Gott der Erde die beſtimmte Laufbahn; und es ſenkten ſich nun die Theile des Schweiſes gegen den Kern, welchen Maſſe und Luft umgaben. Die ſchwerſten Theile der Erde ſanken am tiefſten. Wegen des geſchwinden Sinkens erhielt die Erdrinde eine ungleiche Dicke, und die ſchwerſten Theile ſanken tiefer; daher entſtanden Erhöhungen und Vertiefungen auf der Erdfläche, in welchem letztern ſich zum Theil das Waſſer ſammelte, der andere Theil aber, Thäler, Höhlen, Plänen u. ſ. bildete. Nach und nach reinigte ſich auch die Luft von Dünſten, ſo daß im dritten Jahre durch die Wirkung der Sonnenwärme Pflanzen wuchſen, im vierten Jahre die Geſtirne hervorkamen, und im fünften und ſechſten Jahre Thiere und Menſchen geſchaffen wurden. Nach 600 Jahren näherte ſich ein anderer Komet der Erde, deſſen Schweif ſich in Regengüſſen herabſtürzte; dadurch erhob ſich an mehreren Stellen das Waſſer, und es entſtanden die großen Bergketten. Nachdem ſich nun dieſer Komet von der Erde wieder entfernte, ſo wurde das Waſſer theils durch die entſtandenen Tiefen und Höhen abgeleitet, theils ſammelte es ſich aber in eine Hauptvertiefung, welche das Meer bildete. Nun vertrockneten aber zum Theil die Landſeeen, und ließen daher auf dem Lande Schalthiere zurück.

Nach **John Woodward** *) war unſere Erde eine Waſſerkugel, welche eine harte Rinde umgab. Die Sündfluth erkläret er als Wunder. Er nimmt nämlich an, daß der Schöpfer auf ein Mahl die Schwere und den Zuſammenhang aufgehoben habe, wodurch ſich alles auflöſete; nur allein die Thiere blieben wegen der Verflechtung ihrer Fibern von dieſer allgemeinen Auflöſung befreyet. Nachher, meinet er, ſey die Schwere wiedergekommen, worauf die verſchiedenen Materien nach ihren ſpeciſiſchen Schweren niedergeſunken wären,

*) Hiſtoria natur. telluris Lond. 1695. 8. und eſſay towards a natural hiſtory of the earth and terreſtrial bodies. Lond. 1733. überſ. Erfurth 1746. 8.

wären, und verſchiedene Schichten gebildet hätten, in welche ſich zugleich die unorganiſirten Theile mit hinbegeben hätten. Dieſe neue Rinde zerbrach wieder von neuem an verſchiedenen Stellen, wodurch das überflüſſige Waſſer ablaufen konnte, und Erhöhungen und Vertiefungen auf der Erdfläche entſtanden.

Nach **John Ray** [a]) wurden die ſchwereren feſten Theile im anfänglichen Chaos abgeſondert, ſie ſenkten ſich in die Tiefe und vereinigten ſich zu einem Ganzen, das mit Waſſer umgeben war. Es ſeyn nämlich bey der Schöpfung durch unterirdiſche Dünſte und Winde Erdbeben entſtanden, wodurch Berge und das trockene Land empor gekommen wäre, und das Waſſer in Vertiefungen ſich zuſammen geſammelt habe. Aus den Spalten der Erdrinde, welche daher entſtanden wären, ſey unterirdiſches Feuer hervorgebrochen, welches neue Vulkane gewirket, und Höhlen in der Tiefe verurſachet habe. Die Sündfluth ſey eine natürliche Folge von einer geringen Verrückung des Schwerpunktes der Erde geweſen, und habe auf der Erdfläche große Veränderungen nach ſich gezogen, indem ſie Länder aufs Trockene gebracht hätte, welche ſonſt Meergrund geweſen wären.

Johann Scheuchzer [b]) ſtellt ſich vor, daß die Erde aus einer trüben und ungleichartigen flüſſigen Materie gemacht ſey, deren verſchiedene ungleich ſchwere Theile ſich nach den Geſetzen der Schwere von einander abgeſondert, und in cirkelförmigen Lagen geſetzet hätten, deren allgemeiner Mittelpunkt der Mittelpunkt der Erde wäre; und dieſe Abſonderung ſelbſt hätte die Flüſſigkeit aufgehoben. Da aber die Berge den Begriff von der Flüſſigkeit der Erde ganz aufzuheben ſcheinen, indem ſich das Flüſſige in wagrechte und parallele Lagen ſetze, ſo nahm er an, daß nach einer allmähligen Bildung der Erde durch Niederſinken im Waſſer

[a]) Phyſico-theological diſcourſes concerning the primitive Chaos, the general deluge and the diſſolution of the world Lond. 1692. 1713. 8. überſ. von Theodor Arnold. Leipz 1732.

[b]) Hiſtoire de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris an. 1708.

Waſſer und nach einer zweyten Ueberſchwemmung der Schöpfung durch ſeine Allmacht die ſteinigen Schichten der Erde empor gehoben und verſchoben habe, wodurch die Berge mit parallelen aber nicht horizontalen Schichten entſtanden, und die Gewäſſer wieder in die Vertiefungen zurückgetreten wären.

Dr. **Hook** α) ſucht die Veränderung der Erdfläche aus den Erdbeben herzuleiten. Durch ihre Wirkungen ſeyn beträchtliche Theile der Erde aus dem Meergrunde emporgehoben, ohne daß ihre Schichten und die darauf befindlichen Berge auf irgend eine Weiſe wären verletzet worden. Außerdem könne auch die Oberfläche der Erde durch reiſſende Waſſerſtröme, Sturmwinde und allmähliges Herabſinken der ſchweren Theile eine Aenderung erlitten haben. Nach ſeiner Meinung ſoll die Erde beſonders durch das Erdbeben in Anſehung ihres Schwerpunktes verrückt ſeyn, wodurch die Erde eine ganz andere Richtung in der Bewegung um ihre Axe erhalten habe. Dieſe Hypotheſe hat **Raspe** β) weiter ausgeführet, und hier und da verbeſſert.

Anton Lazaro Moro γ) leitet die Entſtehung der Erde aus der Wirkung des unterirdiſchen Feuers her. Hierzu gaben ihm vorzüglich die Entſtehung einer neuen Inſel im Archipelago am Meerbuſen der Inſel Santorin im Jahre 1707, und des Montenuovo bey Neapel im Jahre 1538 Veranlaſſung. Er meinet nämlich, der ganze trockene Erdboden ſey durch unterirdiſches Feuer entſtanden. Er ſtellt ſich vor, daß bey der Schöpfung in der Mitte der Erde das Centralfeuer von einer dicken Erdrinde, auf welcher ſich 175 Toiſen hoch Waſſer befunden hätte, eingeſchloſſen geweſen wäre. Dieſe dicke Erdrinde habe das Centralfeuer hier und da durchbrochen, und vulkaniſche Materie um ſich geworfen, wodurch

α) Poſthumous Works. Lond. 1705. fol.

β) Specimen hiſtoriae naturalis globi terraquei praecipue de nouis e mari natis inſulis. Amſt. 1763. 8. maj.

γ) De' croſtacei e degli altri marini corpi, che ſi trovano ſu monti. libri due in Venez. 1740. 4. Neue Unterſuchungen der Veränderungen des Erdbodens von A. L. Moro a. d. Ital. Leipz. 1751. 8.

wodurch das Meer ſalzig geworden, ſo daß es nunmehr Pflanzen und Seethiere erhalten konnte. Auch ſeyn durch dieſes Hervorbrechen des Centralfeuers Berge aus dem Meergrunde emporgehoben worden, welche nur Schichten aber keine Seeprodukte enthielten. Durch die ausgeworfenen vulkaniſchen Materien ſey das Land fruchtbar geworden, ſo daß es nunmehr Menſchen und Thiere bewohnen konnten. Nach dieſer Zeit habe auch das Centralfeuer Berge mit Seeprodukten angefüllt in die Höhe gebracht, und nach und nach die Erdſchichten in den Thälern, Plänen u. ſ. f. bewirket. Auch hätten nachher die Vulkane durch ihre Wirkungen verſchiedene lokale Veränderungen veranlaſſet, z. B. da Berge erhoben, wo keine waren, andere verſenkt u. ſ. f. wodurch Thiere veränderte Wohnplätze erhalten hätten, und eben daher erkläre es ſich, warum in den Nordländern ſo viele Elephantenknochen aus der Erde herausgegraben werden, und an ſo vielen Oertern verſteinerte Ammonshörner ſich finden, deren lebende Originale nicht mehr angetroffen werden. Mit dieſer Hypotheſe hat die des von Herrn **Keßler von Sprengseyſen** *) ſehr viele Aehnlichkeit, nur hat dieſer mehr Rückſicht auf die moſaiſche Erzählung genommen.

Bourguet β) meinte, daß die Lage und Geſtalt der Berge eine ſehr große Aehnlichkeit mit den Feſtungswerken hätten, bey welchen beſtändig einwärtsgehende und hervorſpringende Winkel mit parallelen Schenkeln einander gegenüberſtehen. Die Entſtehung der Berge erkläret er aus den Strömen des ehemahligen Meeres, eben ſo wie bey den Biegungen der Flüſſe Winkel mit parallelen Schenkeln gegenüberſtehen, und meinte, daß man in allen Schichten und Bergen Conchylien anträfe.

Nach der Meinung des Abbe **Plüche** γ) ſind bey Entſtehung der Erde die Ebnen des Aequators und der Ecliptik zuſam-

*) Unterſuchung über die jetzige Oberfläche der Erde, beſonders der Gebirge. Leipz. 1787. 8.

β) Lettres philoſophiques ſur la formation des ſels et des criſtaux à Amſt. 1729. 12mo.

γ) Spectacle de la nature à la Haye 1738. 8. Tom. III. P. 2.

zuſammengefallen. Hieraus ſey ein beſtändiger Frühling erfolget; auch habe das Meer zum Theil in unterirdiſchen Höhlen verſteckt gelegen. Der Schöpfer habe aber die Axe gegen die nördlichen Geſtirne plötzlich hingelenket, und dadurch ſey die Sonnenhitze ganz auf die eine Halbkugel gefallen; dieſe habe alsdann gewaltſame Ausdehnungen der Luft verurſachet, wodurch Sturmwinde entſtanden wären, die in die unterirdiſchen Höhlen eingedrungen wären; zugleich ſey aber auch das Waſſer aus der Atmosphäre in ſtürmiſchen Regengüſſen herabgefallen. Hiervon ſey die Wirkung geweſen, daß die Erde in Stücken zerriſſen ſey, welche in die Tiefe verſunken wären, und dadurch das unterirdiſche Waſſer in die Höhe getrieben hätten; und eben daher ſey die Sündfluth entſtanden. Nachher ſoll das Waſſer theils durch Ausdünſtung, theils durch Ablauf in unterirdiſche Höhlen die Erde aufs Trockene gebracht ſeyn, und für Thiere und Menſchen wieder wohnbar gemacht haben. Uebrigens meinet er, daß man noch die Erdſchichten, als Ueberbleibſel des alten Baues, und hier und da Spuren der Veränderungen, welche der Einſturz und das Waſſer bewirket habe, antreffe.

Johann Gottlob Krüger [α]) iſt der Meinung, daß die Geſtalt, welche unſere Erde jetzt beſitzet, durch dreyfache Veränderungen erfolget ſey. Zuerſt war ſie überall mit Waſſer umgeben, in welchem die Schalthiere lebten, und dadurch erhielt ſie zugleich die ſphäroidiſche Geſtalt; nachher wurde ſie entzündet, wodurch die Conchylien gekocht, und in verſchiedene geſchmolzene Materien gleichſam eingegraben wurden. Zuletzt endlich wurden die Berge, Thäler, Plänen, Hügel u. d. g. durch die Wirkungen der Erdbeben hervorgebracht.

De Maillet [β]) glaubt, daß die Erde anfänglich eine Sonne geweſen, und ausgebrannt ſey; ſie habe ſonſt die

Stelle

α) Geſchichte der Erde in den älteſten Zeiten. Halle 1746. 8.

β) *Telliamed*, ou entretiens d'un philoſophe Indien avec un Miſſionaire françois ſur la diminuation de la mer. nouvel. edit. à la Haye 1755. Tom. II. 12.

Stelle der jeꝛzigen Sonne eingenommen, ſey aber auf ein Mahl in eine ſehr große Entfernung von derſelben fortgeworfen worden, wobey ſie zugleich mit Waſſer von den Planeten überſtrömet ſey. Dieß erhaltene Waſſer dunſte nun täglich immer mehr aus, und nehme ſo lange ab, bis zuleꝛzt die Erde, die dem Mittelpunkte näher komme, ganz vertrocknet, und dann wieder zur brennenden Sonne werden wird. Das Meer ſenke ſich jeꝛzt in 1000 Jahren um 3 Fuß. Aus dem Waſſer ſelbſt ſollen alle Pflanzen, ja ſelbſt die Thiere und Menſchen hervorgegangen ſeyn, welche anfänglich Bewohner des Meeres waren. Die Berge auf der Erdfläche ſeyn allein von den Bodenſäꝛzen des alten weit höheren Meeres und ihre Unebenheiten von den Meerſtrömen entſtanden. Die Mineralien und Metalle ſollen ihren Urſprung von dem ehemahligen Brande erhalten haben. Uebrigens hat er ſich bemühet, aus ſehr guten auf Beobachtungen ſich ſtüꝛzenden Gründen zu beweiſen, daß unſer feſtes Land ehedem Meeresgrund geweſen ſey.

Der Graf **von Büffon** *) macht ſich von der Entſtehung der Erde folgende Vorſtellung: es ſey ein Mahl ein Komet ſchief gegen die Sonne gefallen, und habe von ihr den 650ten Theil abgeſtoßen, und den abgeſtoßenen Stücken die Umdrehung um ihre Axe nach eben der geſtoßenen Richtung mitgetheilet. Dieſe Stücke hätten nun vermöge der Schwere ſich central zu bewegen angefangen, und wegen der Umdrehung um ihre Axe die abgeplattete Geſtalt erhalten. Ein ſolches Stück ſey nun unſere Erde geweſen, welches folglich anfänglich glühend und im Schmelzen geweſen, nach und nach aber erkaltet und hart geworden ſey. **Büffon** berechnet, daß das Glühen der Erde 3000, und die Hiꝛze, wobey man die Erde noch nicht hätte berühren können, 34000 Jahre gewähret habe. Beym Erkalten der glühenden Erde ſollen ſich die urſprünglichen Bergketten und Höhlun-

*) Hiſtoire naturelle générale et particulière T. I. théorie de la terre, imgl. mit beträchtlichen Abänderungen ſupplement, Tom. IX et X. Paris 1778. 8.

Höhlungen gebildet haben, ſo wie ungefähr bey glühenden vergläſeten Materien nach dem Erkalten Blaſen und äußere Erhöhungen entſtehen, wobey zugleich in den Höhlen die Metalle ſich als Sublimat angeleget hätten. Da nun die Erde in einem Zeitraume von ungefähr 25000 Jahren ſo heiß geweſen ſey, daß die Hitze das Waſſer in einem beſtändigen dampfförmigen Zuſtande habe erhalten können, ſo habe ſich das ganze Meer als Dampf in der Atmosphäre befunden. Erſt nach dieſer Zeit ſey es nach und nach in tropfbarer Geſtalt auf die Erde herabgefallen, und habe die Erdfläche auf 2000 Toiſen hoch bedecket, ſo daß nur die Gipfel der höchſten Berge noch hervorgeraget hätten. In dieſem noch nicht ganz erkalteten Meere ſollen ſich nun Schalthiere in ungeheuerer Menge erzeuget haben, und ſelbſt andere Thiere entſtanden ſeyn, die jetzt nicht mehr anzutreffen wären. Vermöge des ſtarken Drucks des Waſſers habe es endlich die Erdrinde durchbrochen und in die unterirdiſchen Höhlen ſich ergoſſen. Hierdurch entſtand nun trockenes Land, welches von Menſchen bebauet zu werden angefangen wurde, welche nach der damahligen Stärke der Natur eine koloſſaliſche Geſtalt hatten. Die Erde gegen die Pole zu erkaltete zuerſt, und daher fing auch die Bevölkerung daſelbſt zuerſt an; endlich verlief ſich auch das Gewäſſer unter dem Aequator. Binnen Verlauf dieſer Zeit, welche **Büffon** auf 20000 Jahre ſetzet, wurden die Trümmern der Schalthiere unter dem Waſſer in kalkartige Materie verwandelt, und Berge von der zweyten Art gebildet, welche mit Schichten von Seeprodukten angefüllet wurden. Durch die Elektricität, welche aus der innern Wärme der Erde herrührete, entſtanden Erdbeben und Vulkane, welche neue Inſeln erhoben, die Erde mit Lava bedeckten und den Boden fruchtbarer machten. Die Elephanten und andere Thiere hätten damahls in den Nordländern gelebet, bis ſie die zunehmende Erkältung gezwungen hätte, in die heiße Zone ſich zu begeben. Daher komme es, daß man in Sibirien und Nordamerika und andern Polarländern ſo vieles ausgegrabenes Elfenbein finde. Zuletzt erhielt die

Erde

Erde die gegenwärtige Geſtalt vorzüglich noch durch verſchiedene partielle Ueberſchwemmungen, durch die Wirkung des Regenwaſſers, und durch die immer fortgehende Bewegung des Meeres von Oſten gegen Weſten. Nach der Meinung **Büffons** nehme die Erkältung der Erde immer mehr zu, und nach 930000 Jahren werde die Kälte ſo groß geworden ſeyn, daß kein lebendes Thier ſein Leben mehr fortſetzen könne, und überhaupt die ganze Natur abſterbe.

Auch **Johann Heinrich Gottlob von Juſti** [α]) leitet die Entſtehung der Erde von der Sonne ab, und iſt der Meinung, daß in dem Innern der Erde ein Centralfeuer ſich befinde, welches nach einer Reihe von 1000 Jahrhunderten die urſprünglichen Berge empor gehoben haben ſoll. Die übrigen Berge aber ſeyn von abwechſelnden Ueberſchwemmungen entſtanden. Aus der veränderten Erdaxe ſucht er zu erklären, wie die Elephantenknochen in die nördlichen Gegengen gekommen ſeyn. Dieſe Hypotheſe iſt von **Wiedeburg** [β]) umſtändlich widerlegt worden; dagegen ſetzet dieſer eine andere an deren Stelle [γ]), und glaubet, daß unſere Erde, ſo wie alle Planeten, zuerſt ein Sonnenflecken, dann ein Komet geweſen ſey, den zuletzt der Schöpfer in die jetzige weniger eccentriſche Laufbahn verſetzet habe. In ihrer jetzigen Geſtalt ſey ſie in Rückſicht ihrer einzelnen Theile eine ungeheuere, kugelhafte Maſſe aus flüſſigen und feſten Theilen, die vielleicht ehemahls mit einander vermiſcht und verbunden geweſen, ſich aber nach den Geſetzen der Schwere und andern Anläſſen geſchieden haben, und noch täglich ſcheiden; wie ſie ſich in einzelnen Theilen wiederum hin und wieder verbinden. Das Gewäſſer belebe den an und vor ſich todten Erdklumpen, und bringe nebſt dem unterirdiſchen Feuer durch ſeine Bewegungen, Auflöſungen und neue Verbindungen die

α) Geſchichte des Erdkörpers. Berlin 1771. gr. 8.

β) Anwendung der Natur- und Größenlehre zur Rechtfertigung der heiligen Schrift. Nürnberg 1782. 8.

γ) Neue Muthmaßungen über die Sonnenflecken, Kometen und die erſte Geſchichte der Erde. Gotha 1776. 8.

die vorzüglichſten Veränderungen und Revolutionen herbe
Die verſchiedenen und faſt unzähligen Erdſchichten und Lag
in den Flötz- und Ganggebirgen könnten unmöglich als W
kungen der nämlichen ſo genannten Sündfluth angenomm
werden, ſo müßte die doch dazu bey weiten nicht lange g
nug gedauerte Ueberſchwemmung bis zu einer ſolchen Ti
die ganze Erdkruſte durchweicht und aufgelöſet haben;
Präcipitate aber müßten durch unerforſchliche Gewalt auf e
ſtaunliche Strecken fortgeführet ſeyn, und allen Geſetzen d
Präcipitationen zuwider ſich geſetzet haben. Weder menſc
liche noch göttliche Nachrichten aber erzählten uns von meh
ren oder dergleichen allgemeinen Ueberſchwemmungen. Ei
ſolche Entſtehungsart der Weltkörper hat bereits ſchon **Lam
bert** α) aus verſchiedenen Gründen zu widerlegen geſuch
welche aber **Wiedeburg** β) beantwortet hat.

Herr **de Lüc** γ) ſchränkte ſich anfänglich auf die neu
Geſchichte der Erde ein, und wagte es nicht, eine phyſi
liſche Urſache anzugeben, durch welche die urſprüngliche
Berge gebildet wären; nachher aber δ) gibt er nähere B
ſtimmungen über die Entſtehung der Erde an, welche v
züglich eine größere Erleuchtung über die moſaiſche Erzählu
werfen ſollen. Er nimmt an, daß erſt nach der Erſchaffu
des Lichtes chemiſche Operationen möglich geweſen wär
welche das große Ganze gebildet hätten, da vorher die prim
tive Materie aus bloß ſchweren Elementen ohne Zuſamme
hang und Verwandtſchaften beſtand. Aus dem Lichte entſta

Fe

α) Kosmologiſche Briefe über die Einrichtung des Weltbaues. Au
1761. 8. S. 9.

β) Einleitung in die phyſiſch-mathematiſche Kosmologie. Go
1776. 8. S. 207.

γ) Lettres phyſiques et morales ſur l'hiſtoire de la terre et de l'ho
me, addreſſées à la Reine de la Grande-Bretagne à la H
1779. Tomes V. 8. mit einiger Abkürzung unter dem Titel ü
ſetzet: phyſikaliſche und moraliſche Briefe über die Geſchi
der Erde und des Menſchen von J. A. de Lüc. Leipz. 17
II Bände 8.

δ) Geologiſche Briefe an Herrn Hofrath Blumenbach a. d. fr
Handſchr. überſetzt im gothaiſchen Magazin für das Neu
aus der Phyſ. und Naturg. B. VIII. St. 4. S. 1—41. B.
St. 1. S. 1—123. St. 4. S. 1—49.

Feuer und flüſſiges Waſſer, und erzeugete ein trübes, dickes Gemenge der Elemente, welches gleich im Anfange Umwälzung und ſphäroidiſche Geſtalt erhielt. Nachher wurden durch Verwandtſchaften Niederſchläge von feſten Theilen bewirket, welche um die Erde eine dicke Rinde von Granit bildeten, wobey zugleich aus entwickelten expanſibeln Flüſſigkeiten der Luftkreis entſtand. Unter dem Granite blieb eine Schlammſchichte zurück, und in der Mitte ein Kern von ſtaubartigen Theilen. Neuere Niederſchläge bildeten nun über dem Granit Gneus, Gangſchieſer und Wacke. Alle dieſe Niederſchläge geſchahen unter dem Waſſer, welches ſich nach und nach durch die dicke Granitrinde in die Schlammſchichte und in die innere Staubmaſſe hineinzog. Hierdurch wurden Einſenkungen der verhärteten Maſſen bewirket, die Ungleichheiten und Höhlen bildeten, deren Decke endlich in einem weiten Umfange einſtürzte, wodurch verurſachet wurde, daß das Waſſer eine Leitung dahin bekam, und daher mehr feſtes Land zum Vorſchein kam. Dieß iſt die erſte Entſtehung des Meeres und des feſten Landes, auf welchem ſogleich, wiewohl ohne Einwirkung der Sonne, die Vegetation begann. Durch die eingeſtürzten Stücke wurde unſer feſtes Land gebildet. Nun fing auch die Sonnenmaſſe ſich zu zerſetzen an, und in Vereinigung mit dem Lichte ſelbſt Licht auf die Erde zu ſenden, wodurch die Erde eine beſtändig verhältnißmäßige Wärme behält. Hierauf wurden die Thiere in dem Meere geſchaffen, und durch neue Niederſchläge Schichten von Kalkſtein bewirket, die ſich an die Granitſchichten anlegten, und worin man die erſten Spuren von Seethieren antrifft. Nun erfolgte ein zweyter Einſturz unter dem Meere, deren Trümmern ſich an die Scheidewände ſchief anlehnten, wovon die unordentlichen Lagen der Geſteine unſerer jetzigen großen Gebirgsketten herrühret. Wahrſcheinlich wurden auch zugleich zu dieſer Zeit die bereits gebildeten Gangklüfte mit Erzen u. d. gl. angefüllet. Andere Niederſchläge bildeten neue Schichten von Kalkſtein mit vielen Verſteinerungen vermengt, auch begannen die Sandſtein- und Salzſtein-

 flöze,

flöze, und die Vulkane nahmen ihren Anfang. Dieſer Zeitraum dauerte bis zu einer großen Revolution der Erde, welche durch innere Gährungen, Entzündungen, Dämpfe und Ausbrüche von Vulkanen und gewaltſamen Erſchütterungen bewirket wurden. Hierdurch wurde der Meeresboden dergeſtalt erhoben, daß es ſelbigen auf ein Mahl verließ, und über die alten feſten Länder, welche nach **de Lüc** wegen der darunter befindlichen Wölbungen und außerordentlichen Höhlen eingeſtürzet waren, ſich ergoß. Dadurch kam nun der vorige Meergrund aufs Trockene, und bildete unſere jetzigen Länder, die ehemahligen Länder aber wurden von dem jetzigen Weltmeere bedecket. Das Alter des jetzigen feſten Landes ſetzet Herr **de Lüc** nicht über 4000 Jahre, erkläret die Revolution, die es aufs Trockene brachte, für die Sündfluth, und zeigt, daß ſeine Hypotheſe mit der Erzählung Moſis und ſelbſt der Zeitrechnung übereinſtimme, wenn man die Schöpfungstage für Perioden von unbeſtimmter Dauer annimmt.

Pallas *) iſt der Meinung, daß die hohen uranfänglichen aus Granit beſtehenden Gebirgsketten beſtändig Inſeln auf der Oberfläche der Gewäſſer ausgemacht hätten, und daß in den Schichten, welche ſich nach und nach daran gelegt hätten, Vulkane und Kieſe erzeuget wären. Durch dieſe Vulkane wurden die Schichten verwüſtet, und ihre Materie zerſchmolzen und verkalkt, wodurch die erſten Kalk- und Schiefergebirge entſtanden, in welchen die Klüfte und Riſſe zugleich mit Erzen u. d. g. ausgefüllet wurden. Eben dadurch wurden auch die im Meergrunde liegenden Schalthiere zerſtöret, und Bodenſätze von verſchiedener Art veranlaſſet. Hierauf wurden die Gewäſſer durch eine gewaltſame Revolution, welche nach ihm aus den häufigen Vulkanen im indiſchen und ſtillen Meere herkommen, gegen die zuſammenhängenden Bergketten von Europa und Aſien zugetrieben, welches

*) Obſervations ſur la formation des montagnes et les changemens arrivés au globe. à St. Petersb. 1777. 4. überſ. in den Leipziger Sammlungen zur Phyſik und Naturgeſchichte. B. II.

welches die ſüdwärts derſelben gelegenen Länder zerſtörte, über die niedrigſten Theile der Bergketten ging, und Theile von Pflanzen und Thieren mit ſich in die nördlichen Gegenden führete, woraus das Waſſer wieder in neue Schlünde abließ. Alles dieß Geſagte ſucht er aus der Geſtalt der Meerbuſen, Spitzen des feſten Landes, aus der Lage der Gebirge und andern Umſtänden wahrſcheinlich zu machen.

Nach der Meinung des Herrn **Gerhard** [α]) ſchuf Gott bloß Kieſelerde, Waſſer und Feuer, woraus durch chemiſche Operationen die Salze und die übrigen Erden mit dem Schwefel, Kieſeln, Thon und Oelen erzeuget wurden. Hierauf entſtanden innere Gährungen und Niederſchläge, wodurch alles in Schichten ſich ordnete, das nachher durch Erhitzung und Ausbrüche fixer Luft wieder zerſtreuet wurde, woher Berge, Thäler u. d. g. entſtanden.

Der Freyherr **von Gleichen**, genannt **Rußworm** [β]), glaubt, daß die Erde anfänglich eine Waſſerkugel geweſen ſey, welche zuerſt Fiſche hervorgebracht habe. Nachdem dieſe in Fäulniß übergegangen wären, ſey Erde entſtanden, welche ſich geſetzt und den feſten Körper zu bilden angefangen habe. Nach erfolgter Gährung ſeyn Hitze, Aufblähungen und Erhöhungen erfolget; die Bewegung des Waſſers habe aus dem Schlamme Schalen hervorgebracht, aus welchen nachher Kalk entſtanden ſey. Zuletzt ſey die Erde aus dem Waſſer hervorgekommen und der Sonne ausgeſetzet worden. Die Waſſermenge werde immer geringer, die Wärme nehme aber immer zu, ſo daß zuletzt die Erde im Feuer zergehen werde.

Wallerius [γ]) nimmt ebenfalls an, daß anfänglich die Erde Waſſer geweſen ſey, aus welchen alle übrige feſte Körper durch Gerinnungen und Concretionen entſtanden wären.

 Herr

α) Verſuch einer Geſchichte des Mineralreichs. Berlin. 1781. 8.
β) Von Entſtehung, Bildung, Umbildung und Beſtimmung des Erdkörpers. Nürnberg 1782. 8.
γ) Phyſiſch-chemiſche Betrachtungen über den Urſprung der Welt, beſonders der Erdwelt und ihren Veränderungen a. d. Latein. Erfurth 1783. 8.

Herr Silberſchlag *) gründet ſeine Hypotheſe über die Entſtehung der Erde ganz auf die vom Moſe erzählte Geſchichte der Schöpfung. Gott ſetzte nämlich bey der Erſchaffung der Welten das Chaos an diejenige Stelle, wo es ſelbige haben ſollte. Am erſten Tage entzündeten ſich die Sonnen, und es begann die Umwälzung um die Axen; am zweyten Tage ging die Abſonderung der Luft vor ſich, das Waſſer blieb auf der Oberfläche zurück, und im Innern nahm die Verſteinerung zu. Nun öffnete ſich das Innerſte plötzlich, und brach ein heftiges Feuer hervor, welches im Innern ungeheuere Höhlungen bewirkte, und die Erde an dem einen Orte mehr als an dem andern emporhob; hierdurch entſtanden Inſeln, Berge und anderes feſtes Land, das Meer aber verlief ſich größtentheils in die gebildeten Höhlungen. Ferner wurden durch die Wirkungen dieſes Feuers Felſen in die Höhe gebracht, und durch die Hervorbrechung des Feuers Granit, Sand, Quarz u. d. g. weit umhergeworfen. Noch weiter bewirkte dieſes Feuer Klüfte, Gänge, große Höhlen, welche über einander ſich befanden. Aus dieſen Klüften und Höhlen ſucht er nun, wie bey der Wirkung eines Heronsbrunnens, die von dem darin befindlichen Waſſer herkommende Sündfluth begreiflich zu machen. Die Schalthiere, welche man in den Schichten der Erde findet, ſollen nach ihm vorher in den Seeen der unterirdiſchen Höhlen gelebet haben, und durch den Ausbruch des Waſſers bey der Sündfluth mit in die Höhe auf die Erdfläche gekommen ſeyn. Die Knochen der Elephanten und der Büffel, welche durch die Verweſung ſpecifiſch leichter als das Waſſer waren, ſchwammen auf ſelbigem, wurden durch die Wellen und durch den Wind allenthalben herumgetrieben, und zuletzt nach dem Abfluß des Meeres im Schlamm und Sande hier und da begraben.

Franklin

*) Geogenie oder Erklärung der moſaiſchen Erderſchaffung nach phyſikaliſchen und mathematiſchen Grundſätzen. Berlin 1. und 2. Theil 1780. 3. Theil 1783. gr. 4.

Franklin α) war der Meinung, daß unſere Erde im Innerſten aus einem weit dichtern Fluidum beſtehe, als alle unſere bekannten feſten Körper, auf welchem alſo der feſte Theil gleichſam wie auf einer Schale ſchwimme. Wenn ſich nun in der Erde Luft, nach dem mariottiſchen Geſetze, verdichtet befände, ſo würde auch ſchon in einer Tiefe von 11 deutſchen Meilen das Gold auf ihr ſchwimmen. Nähme man nun an, daß alle Materie wie ein Dampf in dem Raume verbreitet geweſen ſey, und es habe die Schwere zu wirken angefangen, ſo muß auch eine nach dem Mittelpunkte zu immer dichtere Luftkugel entſtanden ſeyn, worin ſich die übrigen entſtandenen Körper, ein jeder in einer beſtimmten Weite vom Mittelpunkte, ſetzten, und dadurch eine Rinde bildeten. Die Rinde ſey die Erdrinde, über welcher nur noch unſere jetzige Atmosphäre ſich befinde. Die erſte erfolgte Bewegung konnte einen Wirbel, und dadurch Umwälzung um die Axe zuwege bringen. Wenn nun ein Mahl die Axe der Umdrehung verändert wurde, ſo mußte auch das inwendige Fluidum ſeine Figur ändern, wodurch es die Rinde der Erde zerbrechen konnte u. ſ. f. Durch ſtarke Expanſionen von Dämpfen können auch vermöge des daher entſtandenen Drucks auf das Fluidum unter der Rinde wellenförmige Bewegungen entſtehen, welche ſich auf eine ſehr große Weite erſtreckten, und alles Land über ihr in Erſchütterung ſetzten. Auch erhielt die Erde durch die Menge von Eiſen, die es enthielt, die Fähigkeit magnetiſch zu werden; ſelbſt das Metall habe ſeinen Magnetismus, und vielleicht ſey es dieſer, welcher die Erdaxe ſich immer parallel erhalte.

Kant β) hat den Gedanken von der anfänglichen Luftgeſtalt auf folgende Weiſe vorgeſtellet: war der Urſtoff unſerer Erde anfänglich in dunſtförmiger Geſtalt verbreitet, ſo mußten, als durch Kräfte chymiſcher Anziehungen jene

α) Transact. of the american philoſophical ſociety, held at Philadelphia. Vol. III. 1793. 4. num. I. auch im European magazine Aug. 1793. p. 137 ſqq.

β) Berliner Monatsſchrift 1785. 1. Theil. S. 210 u. f.

Körper aus dem flüſſigen Zuſtande in den feſten übergingen, ſogleich auch große Luftentwickelungen in ihrem Innern vorgehen, welche durch die zugleich frey gewordene Wärme bis zum höchſten Grad der Elaſticität ausgedehnet, und durch die Vermiſchung unter einander in noch größere Bewegung verſetzet, bald die feſten Körper durchbrachen, die Materie in großer Menge als Gebirge aufwarfen, ſich ſelbſt unter einander ſo lange zerſetzten und niederſchlugen, bis die mit ſich ſelbſt ins Gleichgewicht gekommene Luft von ſelbſt ſich erhob, ein Theil desſelben aber als Waſſer niederfiel, das vermöge ſeiner Schwere bald ſich in den Krater jener allgemeinen Eruption ergoß, jetzt erſt durch das Innere der Erde ſich ſelbſt ſeinen Weg brach, ſo allmählig durch ſeinen Lauf die regelmäßige Geſtalt der Gebirge bildete, und durch fortgeſetzte Anſpielungen im Lauf der Jahrhunderte, jene regelmäßige Schichten kalkartiger, verglaster oder verſteinerter vegetabiliſcher und thieriſcher Körper im Innern der Berge zu Stande brachte, zuletzt aber aus immer höhern Becken endlich in das tiefſte von allen, das Meer ſich zurückzog. Faſt eben ſo trug ſchon **Newton** [a]) ſeine Meinung von der Entſtehung der Erde vor; er glaubte nämlich, daß die ganze Welt aus einem flüchtigen Weſen niedergeſchlagen ſeyn könne, wie ſich etwa Waſſer aus Dampf niederſchläget, und dieſer Niederſchlag könne nachher zur Formirung der übrigen Körper Veranlaſſung gegeben haben.

Whitehurſt [b]) iſt der Meinung, daß unſere Erde anfänglich aus Waſſer beſtanden habe, das aber die fein zertheilten Stoffe aller Körper enthalten hätte. Wegen der geringen ſpecifiſchen Schwere hätten ſich daraus Luft und Waſſer zuerſt entwickelt. Die feſten Theile ſanken nach und nach aber auf eine ungleichförmige Weiſe wegen der ungleichen Wirkung der Sonne und des Mondes, oder wegen der Ebbe und Fluth, welche auch die erſten Inſeln bildete. Allein die dadurch

a) *Birch's* hiſt. of the royal ſociety. Tom. III. p. 280.

b) Inquiry into the original ſtate and form of the Earth. Lond. 1778. and. Ed. 1786. 4. überſ. mit Zuſätzen und Anmerkungen. Leipz. 1788. 8.

dadurch entſtandenen Ungleichheiten konnten nicht über 50 Fuß hoch geweſen ſeyn. Nachher ging in den innern dichtern Theilen der Erde eine Entwickelung des Feuers vor ſich, welches die Erdſchichten ungemein ausdehnete, den Meergrund emporhob, und endlich ſo durchbrach, daß zwiſchen dem Feuerheerde und dem Waſſer eine Gemeinſchaft eröffnet wurde. Hierdurch mußten natürlich die Explosionen ungemein heftig werden, die dadurch in die Höhe getriebenen Trümmern thürmten ſich über einander, und erzeugten unſere hohen Berge. In den Tiefen entſtanden aber daher außerordentlich große Schlünde, in welche ſich das Waſſer ergoß, und auf dieſe Weiſe entſtand aus dem Meergrunde unſer trockenes Land. Dieſe Revolution, welche **Whitehurſt** für die Sündfluth hält, verurſachte übrigens wichtige Veränderungen in der Temperatur der Luft.

Dr. **Hutton** [a]) nimmt an, daß die Erdſchichten und Felſen unſeres jetzigen Landes durch Niederſchlag aus dem alten Meere und aus losgeriſſenen Trümmern des alten feſten Landes gebildet wären. Es ſoll nämlich das unterirdiſche Feuer die unter dem alten Meere noch befindlichen Maſſen bis zum Schmelzen erhitzt haben, welches ihre lockere Subſtanz verdichtete, und ihre Zwiſchenräume anfüllte. Dieſe Maſſen wurden nachher durch das Feuer auf dem Waſſer bis zur Höhe unſeres jetzigen feſten Landes erhoben. Dieſe Wirkungen ſollen fortdauern, ähnliche Revolutionen hervorzubringen und auf dieſe Weiſe eine Geſtalt der Erde nach der andern zu Stande bringen.

Nach **de la Metherie** [b]) ſind alle Körper, aus welchen unſere Erde beſtehet, aus verſchiedenen Elementen, dem Feuer, dem Lichte, der Luft, dem Waſſer, der elektriſchen Flüſſigkeit, der magnetiſchen Materie, dem Lichtſtoffe zuſammengeſetzt. Dieſe feinen Stoffe ſind aus den anfänglichen Theilen der Materie gebildet, und alle dieſe Elemente

a) Theorie der Erde aus den transact. of the royal ſociety of Edinburgh. T. I. P. I. p. 209 ſq. überſ. in den Sammlungen zur Phyſik und Naturg. Th. IV. St. 6. S. 225 u. f.

b) Theorie der Erde a. d. Franz. überſ. II Theile. Leipz. 1797. 8.

ſind mit einer mehr oder weniger ſtarken Kraft begabt, v
möge welcher ſie ſich einander nähern, ſich unter einand
vereinigen und ſich kryſtalliſiren. Die Erdkugel iſt das R
ſultat aller dieſer einzelnen Kryſtalliſationen geweſen. E
nimmt nämlich an, daß alle Materie, welche unſere Erdk
gel ausmacht, im Anfange flüſſig geweſen iſt, und die k
gelförmige Geſtalt der ganzen Maſſe, welche der Lehre v
den Centralkräften vollkommen gemäß iſt, beweiſe offenb
von dieſer ehemahligen Flüſſigkeit. Dieſer flüſſige Zuſta
war wäſſerig, d. h. er war durch das Waſſer und nicht dur
das Feuer hervorgebracht; die ſchwerſten Theile haben ſi
gegen den Mittelpunkt der Erdkugel begeben, und unt
einander vereinigt, die leichteſten hingegen ſind nach d
Oberfläche hingetrieben worden. Alle dieſe Subſtanzen h
ben ſich im Waſſer ſelbſt, welches alſo die höchſten Berg
bedeckte, kryſtalliſiret; das Waſſer hat ſich zurückgezogen
das feſte Land iſt zum Vorſchein gekommen; dieſer feſ
Boden war nur aus urſprünglichen Erdlagen zuſammeng
ſetzet; die Pflanzen und Thiere, welche auf dem feſten Land
leben, ſind hervorgebracht worden; die Gewäſſer habe
hierauf die Erdlagen, welche von ſpäterer Entſtehung ſind
gebildet, und die Trümmer und Ueberreſte der Pflanze
und Thiere haben ſich mit dieſer Erde vermiſchet und in de
ſelben angehäuft; das Waſſer hat ſich wieder zurückgezogen
und hat die Erdlagen von der zweyten und dritten Entſt
hung frey und unbedeckt zurückgelaſſen. Alles dieß ſey
gewiſſe und unwiderſprechliche Thatſachen. Uebrigen
nimmt er noch eine beſondere Kryſtalliſation einer jede
mineraliſchen Subſtanz an; die Kryſtalliſation der einfache
Steine, welche nur aus einer Erde und einer Säure beſte
hen; die Kryſtalliſation der Steine, welche aus mehrere
Erden, und die Kryſtalliſation der zuſammengeſetzte
Steine, welche aus mehreren andern Steinen gebildet ſind
die Kryſtalliſation der metalliſchen, vererzten oder nich
vererzten Subſtanzen, und endlich die Kryſtalliſation de
erdharzigen Subſtanzen.

All

Alle dieſe Hypotheſen von der Entſtehung der Erde gehörig zu prüfen, würde hier zu weitläuftig ſeyn. Ich bemerke nur das einzige, daß bey allen Hypotheſen die Lücken, welche durch Thatſachen nicht ausgefüllt werden konnten, durch Phantaſien ſind ergänzet worden. Verſchiedene von den angeführten Hypotheſen findet man beurtheilet beym **de Lüc** *) und vorzüglich beym **Sullivan** β). Letzterer ſagt, alle Kosmogonien und Geogonien haben den Entzweck, das Daſeyn der Erde entweder ohne alle Wunder, oder doch nur durch das einzige Wunder, wodurch das, was nicht war, zur Wirklichkeit kam, zu erklären. Regelmäßigkeit und Ordnung als Werk eines Zufalls anzunehmen, ſind mit der Denkart des menſchlichen Verſtandes viel weniger als alle Wunder zu vereinigen. Setzt man aber das Daſeyn Gottes voraus, ſo mag man entweder eine ewige formloſe Materie annehmen, oder Materie und Form mit der Welt zugleich entſtehen laſſen, ſo iſt der Anfang der wirklichen Dinge und ihrer Formen immer ein Wunder, beſtändig Wirkung einer außernatürlichen Kraft, und es iſt für uns gleich möglich und gleich unbegreiflich, der Schöpfer mag entweder in die Materie allein Kräfte und Geſetze geleget, oder zugleich mit denſelben die erſten Formen der Körper durch ſeine Allmacht hervorgebracht haben. Es gibt daher gar keine objektiven Gründe für eine Theorie der Schöpfung, und wir ſollten ſtatt aller Kosmogonien und Geogonien uns ganz allein darauf einſchränken, die Urſachen der auf einander folgenden Veränderungen der ſchon geformten Natur zu entdecken. Alles aber, was ſich über ſolche Veränderungen der Erde ſagen läßt, beruht wohl auf folgenden wenigen Bruchſtücken: ob bey der Schöpfung unſere Erde ſogleich die Kugelgeſtalt erhalten habe, iſt ungewiß; die ſphäroidiſche Geſtalt aber hat ſie durch Umdrehung um

*) Phyſikaliſche und moraliſche Briefe über die Geſchichte der Erde.

β) A view of Nature, in lettres to a traveller among the Alps etc. Lond. 1794. VI. Voll. 8. Ueberſicht der Natur in Briefen an einen Reiſenden a. d. Engl. mit Anmerk. und Zuſätzen. B. I. Leipz. 1795. 8. 6 — 12 Brief.

um ihre Axe erhalten. Die Entſtehung einiger Körper z. B. des Granits, ſind wir nicht vermögend zu beſtimmen; der Granit ſcheint ſchon vorhanden geweſen zu ſeyn, ehe noch das Waſſer und das Feuer die Erdfläche veränderten; wahrſcheinlich beſtehen aus ihm die älteſten Berge, und er macht, ſo weit die Naturforſchungen reichen, die innerſte und tiefſte Grundlage der Erdrinde aus. Ein ſehr großer Theil unſeres jetzigen feſten Landes war ehedem Meergrund, und ſcheint es eine ſehr geraume Zeit geweſen zu ſeyn; jedoch muß an vielen Orten, wo jetzt feſtes Land iſt, und ſonſt Meergrund war, in noch frühern Zeiten ſchon ein Mahl feſtes Land geweſen ſeyn. Viele Landthiere, Fiſche, Pflanzen, Conchylien, welche jetzt ihre Wohnungen nur im heißen Erdſtriche haben, müſſen vor Zeiten auch in den Gegenden gegen den Nordpol zu gelebt haben. Die Gipfel der höchſten Berge, die wir kennen, ſcheint das Waſſer niemahls bedeckt zu haben. Auch Erdbeben und Vulkane haben eine große Veranlaſſung zur Veränderung der Erdfläche gegeben, und an verſchiedenen Orten mögen alte, jetzt verloſchene Vulkane gebrannt haben, deren Zeitalter uns ganz unbekannt iſt.

M. ſ. **Joh. Lulofs** Einleitung zu der mathematiſchen und phyſikaliſchen Kenntniß der Erdkugel a. d. Holl. von **A. G. Käſtner.** Göttingen u. Leipzig 1755. gr. 4. **Fr. Maller** allgemeine oder mathematiſche Beſchreibung der Erdkugel a. d. Schwed. von **L. H. Röhl.** Greifsw. 1774. 8. **Torb. Bergmann** phyſikaliſche Beſchreibung der Erdkugel a. d. Schwed. von **L. H. Röhl.** Greifsw. 1780. 2 Bände. gr. 8. **J. A. de Lüc** phyſikaliſche und moraliſche Briefe über die Geſchichte der Erde und des Menſchen a. d. Franz. Leipzig 1781. gr. 8. 2 Bände. **De la Metherie** Theorie der Erde a. d. Franz. überſ. mit einigen Anmerk. von Dr. **Chriſt. Gotthold Eſchenbach,** nebſt einem Anhange von Dr. **Joh. Reinhold Forſter.** 2 Theile. Leipz. 1797. 8.

Erdkugel, künſtliche (globus terreſtris artificialis, globe terreſtre) iſt ein Modell der Erdkugel, auf deſſen Oberfläche die Meere, Länder und die vornehmſten Oerter,

Berge

Berge u. d. g. ſo wie die merkwürdigſten Kreiſe und Punkte, welche man ſich auf der Erdkugel gedenket, durch Zeichnungen dargeſtellet ſind, und welches in einem ſchicklichen Geſtelle um eine durch die Pole gehende Axe herumgedrehet werden kann.

Wenn man ſich die Erde im Mittelpunkte der ſcheinbaren Himmelskugel vorſtellet, ſo laſſen ſich alle Kreiſe und Punkte, welche auf der ſcheinbaren Himmelskugel angenommen werden, auch auf der Erdkugel gedenken und begreiflich machen, und eben dieſe ſind vorzüglich auf der künſtlichen Erdkugel dargeſtellet. Wenn nämlich die Weltaxe (fig. 39.) pq durch die Mitte der Erdkugel hindurch gehet, ſo iſt auch der Theil rſ die Erdaxe und die beyden Punkte r und ſ als Endpunkte der Axe die Pole, wovon der eine r der Nordpol und der andere ſ der Südpol genannt wird. Schneidet ferner der Aequator am Himmel die Erde, ſo entſtehet auch auf der Oberfläche derſelben der größte Kreis tx, der ebenfalls **Erdäquator** genannt wird, und folglich von den beyden Polen r und ſ allenthalben um 90 Grad abſtehen muß. Alle dieſe Kreiſe, welche mit dem Erdäquator auf der Erdkugel parallel gehen, auf deren Ebenen folglich die Erdaxe ſenkrecht ſtehet, heißen auch **Parallelen, Parallelkreiſe.** Unter dieſen Parallelkreiſen nennt man diejenigen, welche 23½ Grad, folglich gerade ſo viel als die Schiefe der Ecliptik beträgt, von dem Aequator abſtehen, die **Wendekreiſe des Krebſes** und **des Steinbocks**, und diejenigen, welche um die Pole laufen, und von denſelben ebenfalls 23½° abſtehen, die **Polarkreiſe.** Dem Beobachter, welcher ſich überall auf der Erdoberfläche oben in a zu befinden glaubet, correſpondiret der Scheitelpunkt z.

Auch die Ecliptik ſchneidet die Erde in einem größten Kreiſe, welcher von den beyden Wendekreiſen in der nördlichen und ſüdlichen Halbkugel berühret wird, welchen man die auf die **Erde reducirte Ecliptik** nennen kann. Dieſe hat zwar auf der Erdoberfläche keine beſtimmte und unveränderliche Lage, indem die Ecliptik ihren Stand gegen den

Himmel

Himmel alle Augenblicke ändert; allein auf die künſtliche Erdkugel wird ſie wegen einiger Aufgaben, die ſich auf die Ecliptik beziehen, ebenfalls gezeichnet.

Weil die verſchiedenen Orte auf der Erdoberfläche auch verſchiedene Meridiane und verſchiedene Horizonte haben, ſo wird der Meridian auf der künſtlichen Erdkugel durch einen meſſingenen Ring, in welchem die Kugel um ihre Axe gedrehet werden kann, und der Horizont durch die obere Fläche des Geſtelles, in welches ſich die künſtliche Kugel bis zur Hälfte einſenkt, vorgeſtellt. Es kann alſo dieſer meſſingene Meridian als Meridian eines jeden Ortes, und der vorgeſtellte Horizont als der Horizont dieſes Ortes dienen, indem es bloß auf die Stellung der Erdkugel ankömmt.

Die Parallelkreiſe pflegt man auf der Kugel von 10° zu 10°, auch wohl bey etwas großen Kugeln von 5° zu 5°, und die Meridiane ebenfalls von 10° zu 10°, oder von 5° zu 5° zu verzeichnen. Einer von dieſen Meridianen wird alsdann als der erſte angenommen; dieſe Annahme iſt an ſich willkürlich; wegen der vorzunehmenden Reduktion aber, die man alle Mahl anſtellen müßte, wenn jeder Zeit ein anderer Meridian als der erſte angenommen würde, iſt ein für alle Mahl feſtgeſetzet, den erſten Meridian durch die Inſel **Ferro** als die weſtlichſte von den canariſchen Inſeln anzunehmen. Die weſtliche Küſte derſelben liegt einige Minuten über 20 Grad vom Meridian der pariſer Sternwarte gegen Abend, und man nimmt den erſten Meridian, um die Rechnung zu erleichtern, genau 20 Grad von dem pariſer Meridian an. Uebrigens werden der Aequator, die Ecliptik, der meſſingene Meridian, und der innere Umkreis des Horizontes in ihre Grade abgetheilet, und gehörig bezeichnet.

Der meſſingene Meridian beſitzet oben um den Nordpol herum einen kleinen meſſingenen Kreis, welcher in 12 gleiche Theile oder Stunden getheilet iſt, und **Stundenkreis** genannt wird; durch den Mittelpunkt dieſes Kreiſes geht ein Stift, welcher in dem Nordpol an der künſtlichen Erdkugel befeſtiget iſt, und einen kleinen Weiſer beſitzet, welcher mit

Umdre-

Umdrehung der Erdkugel zugleich mit herumgeführet wird. Es dienet dieſer Kreis zur richtigen Stellung in jeder Stunde.

Die künſtlichen Erdkugeln ſind bloß zu dieſer Abſicht erfunden worden, um ein ſinnliches Bild von der Erde und ihrer Oerter auf der Oberfläche zu geben, vorzüglich aber auch darzu, um verſchiedene aſtronomiſche und geographiſche Aufgaben auf eine mechaniſche Art ohne Berechnung aufzulöſen. Alles kömmt dabey darauf an, daß man die künſtliche Kugel richtig zu ſtellen wiſſe. Anweiſung hierzu findet man beym **Scheibel** [α]), und hiſtoriſche Nachrichten von der künſtlichen Erdkugel beym **Pfennig** [β]).

Weil die Verfertigung der Erdkugeln verſchiedene Schwierigkeiten verurſachet, ſo hat der Herr **von Segner** [γ]) Vorſchläge zu einer beſondern Art von Erdkugeln gethan, welche eigentlich keine wahre Kugeln ſondern eckige Körper ſind, welche aus einem Cylinder und zwey abgekürzten Kegeln beſtehen. Auf der Cylinderfläche iſt die heiße Zone, auf den beyden abgekürzten Kegelflächen die beyden gemäßigten Zonen, und auf den kleinern Grundflächen der Kegel die kalten Zonen gezeichnet. Der Herr Prof. **Funk** zu Leipzig hat im Jahr 1780 dieſen Gedanken ausgeführet, und dergleichen kleine Vorſtellungen der Erde, als ein Chriſtgeſchenk für Kinder, wo der Durchmeſſer des Aequators etwa 3,6 par. Zoll hält, mit einem gedruckten Aufſatze begleitet: die Erde nach ihren Zonen auf einem beſondern von der Kugel wenig abweichenden Körper vorgeſtellet. Dergleichen Vorſtellungen der Erde ſind zwar keine eigentliche Kugeln, ſie ſind aber doch vermögend, die Geſtalt der Erde den Sinnen etwas beſſer vorzuſtellen, als ein Planiſphär, ob es gleich ausgemacht bleibt, daß die künſtlichen Erdkugeln dieſen weit vorzuziehen ſind.

α) Vollſtändiger Unterricht vom Gebrauch der künſtlichen Himmels- und Erdkugel. Breslau 1779. 8.

β) Anleitung zur Kenntniß der mathematiſchen Erdbeſchreibung. Berl. und Stett. 1779. 8.

γ) Berliner aſtronomiſches Jahrbuch für 1781. S. 44 u. f.

Erdnähe (perigaeum, perigée) heißt der Punkt der Laufbahn eines um die Erde ſich bewegenden Geſtirnes, in welchem dieſes der Erde am nächſten liegt. Es iſt bereits aus dem Artikel **Erdferne** bekannt, daß nach dem copernikaniſchen Syſtem bloß der Mond ſeinen Lauf um die Erde nimmt, dieſer aber mit der Erde zugleich um die Sonne geführet wird, mithin kann auch hier bloß die Erdnähe für den Mond in Betrachtung gezogen werden.

Wenn der Mond in ſeiner elliptiſchen Bahn in die Erdnähe kömmt, ſo ſcheint er zu dieſer Zeit ſich gerade am ſchnellſten zu bewegen, und ſein ſcheinbarer Durchmeſſer beträgt alsdann 33 Minuten 32,6 Sekunden. In dieſer Erdnähe iſt der Mond von der Erde um 55,87 Erdhalbmeſſer entfernet.

Erdöl, Erdpech ſ. **Erdharze.**

Erdpole, Pole der Erde (poli terreſtres, poles de la terre) heißen die beyden unbeweglichen Punkte (fig. 39.) r und ſ oder die Endpunkte der Erdaxe, um welche ſich die Erde täglich ein Mahl umwälzet. Dieſe beyden Punkte gehören mit den Weltpolen p und q zuſammen; mithin iſt ihre Lage gegen irgend einen Ort auf der Erdfläche eben ſo, als die Weltpole des Himmels gegen den Scheitelpunkt dieſes Ortes zu liegen ſcheinen. So viele Grade alſo der Bogen eines größten Kreiſes von dem einen Pole des Himmels bis zum Zenith des Ortes der Beobachtung enthält, ſo viel muß auch der Bogen von dem auf der Erde zugehörigen Pole bis zum Orte der Erde ſelbſt enthalten u. ſ. f. Dieſe Erdpole ſind zugleich die Pole des Erdäquators und aller damit parallelen Kreiſe, und ſind in allen Punkten des Aequators 90° davon entfernet.

Derjenige Pol, welcher in unſerer nördlichen Halbkugel ſich befindet, heißt der **Nordpol** (polus ſeptentrionalis, borealis, pole ſeptentrionale, boréale) der entgegengeſetzte in der ſüdlichen Halbkugel liegende, der **Südpol** (polus meridionalis, auſtralis, pole méridionale, auſtral). Wegen der außerordentlichen Kälte, welche die Meere gegen

die Pole hin oft zu den ungeheuerſten Eismaſſen aufgethürmet hat, iſt es noch keinem Sterblichen gelungen, an beyde Pole zu kommen. Der engliſche Seecapitän **Phipps** (Lord Mulgrave) *) näherte ſich dem Nordpole bis auf 9½ Grad, und der Capitän **Cook** auf ſeiner zweyten Reiſe mit den beyden **Forſter** β) dem Südpole bis auf 19°.

Dieſe beyden Erdpole haben die Himmelspole zu ihren Scheitelpunkten, und es fällt daher der Horizont mit dem Aequator zuſammen; folglich ſind auch die Tagekreiſe der Sterne mit dem Horizonte parallel, und es findet daſelbſt weder Aufgang noch Untergang der Fixſterne Statt. Weil nun ferner die Sonne in ihrer ſcheinbaren Bewegung ein halb Jahr hindurch in der nördlichen und die andere Hälfte des Jahres in der ſüdlichen Halbkugel des Himmels ſich befindet, ſo iſt auch die Sonne ein ganzes halbes Jahr hindurch unter dem Horizonte, und das andere halbe Jahr über dem Horizonte; daher findet daſelbſt 6 Monathe lang eine beſtändige Nacht, und 6 Monathe lang ein beſtändiger Tag Statt, wiewohl durch die Strahlenbrechung die Zeitdauer der völligen Nacht etwas abgekürzet wird.

Alle Meridiane der auf der Erdfläche ſich befindenden Oerter laufen in beyden Polen zuſammen, und haben daher zu ihrem gemeinſchaftlichen Durchmeſſer die Erdaxe, die ſie folglich in zwey Halbkreiſe theilet. Wenn man ſich daher von irgend einem Orte auf der Erde in dem Meridiane desſelben fortbewegen würde, ſo müßte man zuletzt in einen von dieſen beyden Polen kommen.

Erdrohr ſ. **Fernrohr.**

Erdſtriche, Erdgürtel, Zonen (zonae, zones) heißen diejenigen Theile auf der Erdoberfläche, welche von den beyden Wendekreiſen und den beyden Polarkreiſen abgetheilet

*) Reiſe nach dem Nordpol, unternommen im Jahre 1773. von C. J. Phipps, aus dem Engl. vom Landvoigt Engel. Bern 1777. gr. 4.

β) Forſters Reiſe um die Welt, auf Befehl und Koſten der engl. Nation. Berlin 1778. 2 B. gr. 4.

theilet werden. Dieſe Theile ſind alſo der Anzahl nach fünf nämlich die **heiße Zone**, die **beyden gemäßigten Zonen** und die **beyden kalten Zonen.**

Die **heiße Zone** (zona torrida, zone torride) iſt da Stück Erdfläche, welches zwiſchen den beyden Wendekreiſe des Krebſes und des Steinbocks ſich befindet, und den Aequa tor in der Mitte hat. Weil nun die Entfernung der beyde Wendekreiſe von dem Aequator $23\frac{1}{2}^{\circ}$, und folglich die Breit der Zone 47° oder $47 \times 15 = 705$ geographiſche Meilen be trägt, ſo nimmt ihre Oberfläche einen Raum von 3701158 Quadratmeilen ein, welches den $\frac{3701158}{9282060}$ oder ungefähr den $\frac{398}{1000}$ Theil der Oberfläche der Erde ausmacht. In de heißen Zone liegt der ſüdliche Theil von Aſien, die mittleren Theile von Afrika und Amerika, nebſt einer großen Meng Inſeln des Südmeeres und ein großer Theil von Neu-Holland.

Die Sonne hält ſich beſtändig in der heißen Zone in ihre ſcheinbaren Bahn auf, und geht folglich durch einen jeden Ort in ſelbiger zwey Mahl durch den Scheitel, und iſt auch von demſelben am weiteſten entfernet. Daher kann man in einem gewiſſen Sinne ſagen, daß ein jeder Ort in der heißen Zone zwey Winter und zwey Sommer jährlich habe. Allein der Unterſchied dieſer Jahreszeiten iſt daſelbſt nicht ſo wie bey uns beſchaffen; ſie ſind nämlich mehr durch Näſſe und Trocken-heit von einander verſchieden. Denn natürlich fallen die Sonnenſtrahlen dem Bewohner dieſer Zone beynahe zu allen Zeiten ſenkrecht auf den bewohnten Ort, wodurch die Wir-kung derſelben am größten iſt; und eben dieſerwegen hat auch dieſe Zone den Nahmen der heißen Zone erhalten. Wegen der Wirkung der Sonnenſtrahlen hielten die Alten dieſe Zone für ganz unbewohnbar, indem ſie ſelbige gleichſam als bren-nend und daher der Bewohnbarkeit für ganz unfähig anſahen. Allein die Erfahrung lehret, daß viele, theils allgemeine, theils lokale Umſtände die Hitze an den mehreſten Orten dieſes Erd-ſtrichs gar ſehr mildern, wie z. B. der beſtändige Oſtwind, welcher daſelbſt wehet, der Regen, der ſehr oft lange Zeit anhält,

wählt, die Lage der hohen Gebirge und des Weltmeeres, die beynahe durchaus gleiche Nacht- und Tageslänge u. ſ. f.

Die **gemäßigten Zonen** (zonae temperatae, zones temperées) heißen diejenigen Stücke der Erdfläche, welche zwiſchen den Wendekreiſen und den Polarkreiſen liegen, wovon die eine die **nördliche** und die andere die **ſüdliche** iſt. Weil nun die Polarkreiſe von dem Aequator um $66\frac{1}{2}$ Grad, die Wendekreiſe aber um $23\frac{1}{2}°$ entfernet ſind, ſo beträgt ihre Breite durchaus $66\frac{1}{2} - 23\frac{1}{2} = 43°$, oder 645 geographiſche Meilen; die Fläche einer jeden dieſer beyden Zonen nimmt einen Raum von 2405462 Quadratmeilen ein, welches den $\frac{2405462}{9282060}$ oder den $\frac{260}{1000}$ Theil der Oberfläche der Erde ausmacht. In der nördlichen gemäßigten Zone liegt der größte Theil vom feſten Lande, nämlich faſt ganz Europa, der nördliche Theil von Afrika, Nordamerika und ein großer Theil von Aſien. In der ſüdlichen gemäßigten Zone liegen außer einem Theile von Neuholland, Neuſeeland, eine Menge von Inſeln des Südmeeres, einige Länder von Amerika und die Spitze von Afrika.

Dieſe beyden Zonen heißen dieſerwegen gemäßigte Zonen, weil die Sonne in ihrer ſcheinbaren Bahn niemahls im Scheitel von einem der Oerter, welche innerhalb dieſer Zone liegen, kommen kann; folglich die Strahlen ſchief auffallen, und keine ſo große Hitze, wie die in der heißen Zone, hervorbringen; auch wird ſie vorzüglich noch mehr durch die binnen 24 Stunden erfolgende Abwechſelung eines Tages und einer Nacht, ſo wie durch die verſchiedenen Jahreszeiten gemildert. In jedem Jahre haben nämlich dieſe beyden Zonen ein Mahl Frühling, Sommer, Herbſt und Winter. Wenn die Sonne in ihrer ſcheinbaren Bahn in das Zeichen des Widders tritt, folglich aus der ſüdlichen Halbkugel in die nördliche übergehen will, ſo hebt ſich in der nördlichen gemäßigten Zone der Frühling an. Von dieſer Zeit an ſteigt die Sonne in ihrer ſcheinbaren Bahn immer höher herauf, dadurch wächſt die Mittagshöhe derſelben, und die Tage werden länger; auch fallen die Sonnenſtrahlen weniger ſchief auf, und es nimmt die

Wärme zu. Dieſer Erfolg dauert ſo lange, bis die Sonne in den Krebs getreten, ihre Mittagshöhe ſo wohl als die Tageslänge am größten geworden iſt, und ihre Strahlen die ſtarke Hitze verurſachen; alsdann iſt es Sommer. Nunmehr kehrt aber die Sonne von Tage zu Tage wieder nach dem Aequator zurück, die Mittagshöhe derſelben und die Tageslänge werden wieder kleiner, und ihre Strahlen in Anſehung der Wärme auch geringer. Iſt nun die Sonne bis zum Aequator wieder zurückgekehret, oder in die Waage getreten, ſo haben wir alsdann Herbſt. Von dieſer Zeit an geht ſie in die ſüdliche Halbkugel über, ihre Mittagshöhe wird immer kleiner, die Tageslänge geringer, und die Sonnenſtrahlen werden weniger erwärmend; bis zu dem Eintritte der Sonne in den Steinbock, wo ſich der Winter anfängt, und wo ſie die kürzeſte Mittagshöhe hat und die kürzeſte Tageslänge bey uns gibt. Hiernächſt werden die Tage wieder länger, indem die Sonne zurück nach dem Aequator gehet, und daſelbſt abermahls Frühling macht. Die ſüdliche gemäßigte Zone hat alle Mahl die entgegengeſetzten Jahreszeiten. Die Alten ſtanden in der Meinung, daß dieſe beiden Zonen die einzigen bewohnten wären, und daß man von der einen Zone wegen der dazwiſchen liegenden heißen Zone nach der andern nicht kommen könnte.

Die **kalten Zonen** (zonae frigidae, zones glaciales) heißen diejenigen Stücke auf der Erdoberfläche, welche von den Polarkreiſen eingeſchloſſen werden, und die Pole in ihrer Mitte haben, wovon die eine die **nördliche**, und die andere die **ſüdliche kalte Zone** iſt. Man kann eine jede von dieſen Zonen als die Oberfläche eines Kugelſegmentes betrachten, deſſen Peripherie der Grundfläche von dem Pol um $23\frac{1}{2}°$ abſtehet. Es wäre folglich die Breite einer jeden dieſer beyden Zonen 47° oder 695 geographiſche Meilen, und die Fläche 384924 Quadratmeilen, welches den $\frac{384924}{9282060}$ oder den $\frac{41}{1000}$ Theil der ganzen Erdoberfläche ausmacht. In der nördlichen kalten Zone liegen die nördlichſten Küſten von Sibirien und Lappland, und der größte Theil von Grönland;

die ſüdliche kalte Zone hingegen iſt uns faſt gänzlich unbekannt.

So bald die Sonne in einem der beyden Wendekreiſe ſtehet, ſo fällt ihr ganzer Tagekreis über den Horizont derjenigen kalten Zone, welche ihr am nächſten iſt, im Gegentheil unter dem Horizont der entgegengeſetzten kalten Zone. Daher kömmt es, daß alle Orte der kalten Zonen einen oder mehrere Tage in jedem Jahre haben, wo die Sonne nicht untergehet, das andere halbe Jahr darauf aber einen oder mehrere Tage, wo ſie gar nicht aufgehet, d. h. ihr längſter Tag oder ihre längſte Nacht dauert länger als 24 Stunden. Je weiter man gegen die Pole hinkömmt, deſto länger dauert der Tag oder die Nacht, bis endlich unter den Polen ſelbſt die Dauer des Tages oder der Nacht auf 6 Monathe iſt. Da aber die Sonne in ihrem Stande ſelbſt bey der längſten Tagesdauer ihre Strahlen ungemein ſchief gegen dieſe Zonen hin ſendet, und folglich daraus nur ein ganz geringer Grad von Wärme entſtehen kann, ſo iſt auch die Kälte daſelbſt beſtändig ſo groß, daß die Gewäſſer immer mit Eis bedecket ſind.

Wenn man die Größe der Erdfläche in 1000 Theile eintheilet, ſo betragen von dieſen Theilen

die heiße Zone	398
die beyden gemäßigten	520
die beyden kalten	82
Summe	1000,

mithin enthalten die gemäßigten Zonen, welche vorzüglich zum Anbau der Pflanzen am geſchickteſten ſind, über die Hälfte, die heiße beynahe $\frac{2}{5}$ und die kalten Zonen weniger als $\frac{1}{10}$ von der ganzen Erdoberfläche. Dieſe Größen, ſo wie die verſchiedenen Abwechſelungen der Jahreszeiten ſind eine Folge davon, daß die Ecliptik den Aequator unter einem Winkel von $23\frac{1}{2}$ Grad ſchneidet. Da ſich nun dieſer Winkel von Zeit zu Zeit immer zu vermindern ſcheinet, ſo müſſen auch die gemäßigten Zonen ſich immer weiter ausbreiten, und die kalten ſich immer mehr verengen.

M. ſ. **Bode** Anleitung zur allgemeinen Kenntniß der Erdkugel. §. 162—166.

Erfahrung (experientia, expérience). Unter Erfahrungen verſteht man Wahrnehmungen der Veränderungen an den natürlichen Körpern durch unſere Sinne. Sie ſind zweyerley, nämlich **Beobachtungen** und **Verſuche.** Bey den Beobachtungen laſſen wir die Körper in ihrem Zuſtande, worin ſie ſich an und für ſich befinden, und geben nur darauf acht, welche Veränderungen mit ihnen vorgehen, oder welche Wirkungen ſie hervorbringen. Bey den Verſuchen aber ſetzen wir die Körper vorſetzlich in andere Umſtände, um zu ſehen, wie ſie ſich darin verhalten.

Die ganze Naturlehre beruht auf Erfahrungen und den daraus hergeleiteten richtigen Folgen. Allein dieß heißt noch nicht die Naturbegebenheiten, welche uns die Erfahrungen an Körpern gelehret haben, erklären, wenn wir nur die Umſtände angeben können, unter welchen dieſe Körper eben dieſelben Phänomene hervorbringen müſſen. Wir zeigen hier bloß den Gang an, welchen dieſe Körper ihrer Natur nach nothwendig zu nehmen haben, wenn ſie dieſe Erſcheinungen liefern ſollten. Alle Erfahrungen lehren uns aber nichts als Wirkungen, und Wirkungen können durch Wirkungen nicht erkläret werden. Man geht gewiß zu weit, wenn man in der Naturlehre alle metaphyſiſche Unterſuchungen verächtlich betrachtet. Denn gerade dieſe müſſen die Gründe hergeben, worauf ſich die Wirkungen der natürlichen Körper ſtützen, und ſie gehen daher vor aller Erfahrung voraus. Es iſt bekannt genug, welche Hypotheſen zur Erklärung der wichtigſten Naturbegebenheiten ſind geſchaffen worden, aus welchen ein und die nämliche Naturbegebenheit gleich gut hergeleitet werden kann, und welche ins Lächerliche fallen, wenn dieſe Naturbegebenheit nach Gründen der Metaphyſik betrachtet wird. Auf der andern Seite hingegen ſchreitet man ebenfalls über die Grenzen, wenn man die Eigenſchaften der Körper ganz allein aus metaphyſiſchen Betrachtungen herleiten will, indem daher eine bloß idealiſche

Welt

Welt entſtehen würde. In dieſen letzten Fehler verfielen vorzüglich die Philoſophen und Naturforſcher des Alterthums, welche nach ihren Theorien gleichſam der Natur Vorſchriften machten, wie ſie ſich verhalten müſſe, ohne ſie vorher zu fragen, wie ſie ſich wirklich verhält. Es muß alles, was den phyſiſchen Körper angehet, ſelbſt die Geſetze, die er befolget, aus Datis der Erfahrungen geſchloſſen werden. Die Metaphyſik muß dieſen Erfahrungen nicht widerſprechen, ſondern ſie vielmehr aufs kräftigſte unterſtützen.

Bey den alten Griechen und Römern waren die Data der Erfahrungen noch viel zu geringe, um die Naturwiſſenſchaft gründlich zu behandeln, und außerdem hatten ſie die wenigen Erfahrungen durch fabelhafte Zuſätze ſo verunſtaltet, daß ihre phyſikaliſche Schriften größtentheils willkürliche und ſeltſame Sätze enthielten, welche den klaren Erfahrungen ganz entgegen waren, wovon man hinlängliche Belege in den Schriften des **Plato**, **Ariſtoteles**, **Epicurus**, **Lucrez**, **Seneka**, **Plinius** u. a. findet. Erſt in dem 16ten Jahrhunderte nach Chriſti Geburt fing **Franz Baco de Verulam** an, den ſo dürftigen Zuſtand der Naturwiſſenſchaft zuerſt zu bereichern, und ſchrieb die ſchönen Werke: de interpretatione naturae und de augmentis ſcientiarum vorzüglich in dieſer Abſicht, um in der Naturwiſſenſchaft mehr auf Erfahrungen Rückſicht zu nehmen. Bald nach ihm wurde ſelbſt die ariſtoteliſch-ſcholaſtiſche Philoſophie geſtürzet, und man fing an, die Natur zweckmäßiger zu betrachten. So beſtritt **Descartes** die Hypotheſen und Erklärungen der Scholaſtiker, und legte einen neuen Grund, die Naturwiſſenſchaft gründlicher zu behandeln, als es vorher geſchehen war, obgleich ſeine principia philoſophiae manche Hypotheſen enthielten, die ganz willkürlich waren, und ſich auf keine Erfahrungen ſtützten; beſonders aber ſuchten **Galilei**, **Kepler**, **Gaſſendi**, **Snellius**, **Bayle**, **Otto von Guericke**, der ältere **Sturm** u. a. an, den von **Baco** vorgezeichneten Weg der Erfahrungen eifrig zu betreten. Durch ihre oft ſehr mühſame Beobachtungen

und Verſuche machten ſie die wichtigſten Entdeckungen, auf welche nachher **Newton** ſein Syſtem ſo unerſchütterlich feſt gründen konnte. Dieſem unſterblichen **Newton** iſt man muſterhaft nachgefolget, und beſtändig auf dem Wege der Erfahrungen fortgegangen, ſo daß zu unſern jetzigen Zeiten die Naturwiſſenſchaft auf eine beträchtlich hohe Stufe der Vollkommenheit gekommen iſt. Nur beging man in den neuern Zeiten wieder den Fehler, daß man in der Naturwiſſenſchaft alle metaphyſiſche Unterſuchungen für ganz unnütz hielt.

Uebrigens ſ. m. die beyden Artikel: **Beobachtung** und **Verſuche**.

Erhabene Linſengläſer ſ. **Linſengläſer**.

Erhabene Spiegel ſ. **Spiegel**.

Erkaltung, das Erkalten, Abkühlen (refrigeratio, refrigerium, refroidiſſement) iſt die Veränderung im Zuſtande eines Körpers, da er einen Theil der freyen oder fühlbaren Wärme verlieret. An einem Körper kann die Erkaltung erfolgen, entweder wenn ein Theil der ſenſiblen Wärme durch irgend eine Urſache gebunden wird, oder er mit andern kältern Körpern in Berührung kömmt, die ihn einen Theil der freyen Wärme entziehen. So erkaltet ein erhitzter Körper in einer kältern Luft oder im kalten Waſſer u. ſ. f. Denn in dieſem letzten Falle wird der erwärmte Körper mit dem benachbarten weniger erwärmten Körper nicht im Gleichgewichte ſeyn, d. h. es wird in einerley Zeit aus dem wärmern Körper mehr fühlbare Wärmematerie ausſtrömen und dem kältern zuführen, als umgekehrt; dieſes Ausſtrömen von mehrerer Wärmematerie wird natürlich nun ſo lange dauern müſſen, bis die Wechſel ihrer ſtrahlenden Wärmetheilchen gleich werden; dadurch wird aber dem wärmern Körper Wärmematerie entzogen, und muß daher erkalten.

Man könnte auf die Vermuthung kommen, daß ein lockerer Körper weit geſchwinder erkalte, als ein dichterer, oder daß ein lockerer Körper bey der Berührung eines dichtern

tern kältern die Wärmematerie viel ſchneller verliere, als wenn ein dichterer einen mehr kalten lockerern Körper berühre. Allein die Erfahrung ſtimmt hiermit nicht beſtändig überein; ja ſie zeigt ſogar, welches merkwürdig iſt, daß ein Körper nicht gerade um ſo viel kälter wird, als er einen andern wärmer macht. So hat man gefunden *), daß das Queckſilber die Wärme weit ſchneller annimmt und verlieret, als das Waſſer und andere Materien von weit geringerer Dichtigkeit. Wegen der Empfindlichkeit des Queckſilbers wird es auch vorzüglich zum Gebrauch der Thermometer geſchickt.

Das Erkalten der Körper kann beſördert werden durch die Vermehrung der Oberfläche, woſern dieß möglich iſt, durchs Umrühren und Schütteln in einer kältern Luft oder im Waſſer, durch den Wind, durchs Blaſen auf die Oberfläche u. ſ. ſ. Kleine Körper erkalten unter den nämlichen Umſtänden eher, als größere, und je größer die Oberfläche eines Körpers iſt, um deſto eher erkaltet er auch, wenn er von einem kältern umgeben iſt. Auch erkaltet ein Körper deſto geſchwinder, je kälter derjenige iſt, den er berühret, er wird daher im Winter weit ſchneller kälter als im Sommer. In den erſten Augenblicken erkaltet ein Körper am ſchnellſten, in den folgenden aber nimmt das Erkalten beſtändig ab. Ob es aber ein Geſetz dieſer Abnahme der Erkaltung gebe, iſt noch nicht ganz ausgemacht. **Richmann** *) hat zwar in der Meinung geſtanden, daß er folgendes allgemeine Geſetz gefunden habe: die Abnahmen der Wärmen in kleinen gleich angenommenen Zeiträumen verhalten ſich wie die Unterſchiede der Wärme des erkalten-

 den

*) De argento vivo calorem celerius recipiente et celerius perdente quam multa fluida leuiora experimenta et cogitationes auct. *Wilh. Richmanno* in den commentat. petropolit. nov. Tom. III. p. 309.

*) Inquiſitio in legem, ſecundum quam calor fluidi in vaſe contenti certo temporis interuallo in temperie aëris conſtanter eadem creſcit et decreſcit, et detectio eius, ſimulque thermometrorum perfecte concordantium conſtruendi ratio hinc deducta in den commentat. petrop. nov. T. I. p. 147.

den Körpers und der Wärme der Luft oder derjenigen Materie, welche den erkaltenden Körper umgibt, und zeigt hiernach die Abnahme der Kälte zu berechnen, ſo wie Herr **Lambert** auf einem andern Wege in ſeiner Pyrometrie ähnliche Schlüſſe herausbringt; allein Herr **Erxleben** *) hat gefunden, daß alle dieſe Regeln ſeinen darüber angeſtellten Verſuchen widerſprechen.

Auch bringt die Ausdünſtung Kälte hervor, und darauf gründen ſich verſchiedene Mittel, die man ſich in heißen Ländern bedienet, um das Getränk abzukühlen. Man gießt nämlich das Getränke entweder in Gefäße von einem ſchwammigen Steine, welcher die Feuchtigkeit beſtändig durchſchwitzen läßt, und ſie der trockenen Luft von außen zu einer ſchnellen Ausdünſtung anbietet; oder man umwickelt das mit dem Getränke angefüllte Gefäß mit naſſen Lappen; oder man gießt dasſelbe in gegerbte lederne Beutel, welche es durchdringt, und hängt nachher den Beutel oder das Gefäß in den Wind; oder man vergräbt auch das Getränke in feuchte Erde, über welcher man ein ſchnell verloderndes Feuer anzündet, um ſie zu trocknen.

Erſcheinungen ſ. **Phänomene.**

Erſchütterung electriſche, ſ. **Flaſche, geladene.**

Erze, Minern (minerae metallorum, mines metalliques) nennt man im gemeinen Leben und überhaupt die Metalle in dem natürlichen Zuſtande, wie ſie angetroffen werden; wiſſenſchaftlich aber unterſcheidet man dieſen Zuſtand auf dreyerley Weiſe: wenn nämlich die Metalle mit allen Eigenſchaften eines reguliniſchen Metalles ſchon im natürlichen Zuſtande verſehen ſind, ſo heißen ſie **gediegene Metalle** (metalla nuda, natiua). Dergleichen findet man außer dem Golde bey einer ſehr geringen Anzahl von Metallen; wenn ſie verkalkt und bloß mit Waſſer oder Kohlenſäure vereinigt ſind, ſo heißen ſie **kalkförmige** (metalla

*) Legem vulgarem, ſecundum quam corporum certo temporis interuallo creſcere et decreſcere dicitur, ad examen reuocat *Ioh. Chr. Pol. Erxleben* in nov. comment. ſociet. Reg. Goetting. Tom. I. p. 74.

(metalla calciformia), und endlich wenn ſie vom Schwefel aufgelöſet, oder mit Arſenik oder mit einer Säure gemiſcht ſind, ſo heißen ſie vererzte (metalla mineraliſata).

Wenn in den Erzen die Menge des Metalls die Menge des Schwefels, des Arſeniks und anderer unmetalliſchen Erden übertrifft, ſo heißen ſie im eigentlichen Verſtande **Erze.** Enthalten ſie aber mehr Schwefel, Arſenik und unmetalliſche Erde, als Metall, ſo nennt man ſie **Rieße.**

Gemeiniglich erhalten die Erze von demjenigen Metalle ihre Benennung, welches aus ihnen die Anſehung der Gewinnung den größten Vortheil verſpricht, wie z. B. Golderze, Silbererze, Kupfererze u. ſ. f.

Uebrigens finden ſich die Erze beſtändig in Stein und Erden, vornehmlich in Spath und Quarz eingemengt. Dieſes Geſtein nennt man die **Metallmutter** oder **Gangart** (matrix metalli).

Von den Probirern werden die Erze in **leichtflüſſige, ſtrengflüſſige** und **unflüſſige** eingetheilet. Leichtflüſſige heißen diejenigen, welche entweder für ſich allein im mäßigen Feuer oder mit Zuſatz eines gehörigen Auflöſungsmittels leicht fließen; ſtrengflüſſige diejenigen, welche eine heftige und anhaltende Wirkung des Feuers nöthig haben, ehe ſie ins Schmelzen kommen; unflüſſige endlich diejenigen, welche im ſtärkſten Feuer ohne Zuſatz eines Auflöſungsmittels gar nicht in Fluß kommen.

Eſſig (acetum, vinaigre) iſt eine vegetabiliſche Säure, welche durch den zweyten Grad der Gährung geiſtiger Subſtanzen, als z. B. Wein, Bier u. ſ. ſ. erzeuget wird. M. ſ. Gährung.

Man kann Eſſig aus allen ſchleimig-zuckerartigen Stoffen des Pflanzenreichs erhalten, als z. B. vom Weine, von allen Sorten Obſt u. d. g. Unter allen Arten von Eſſig hat der Weineſſig unſtreitig den Vorzug. Man erhält dieſen auf folgende Art: wenn man Wein einer Temperatur von 18 bis 25 Grad nach Reaumur ausſetzet, ſo nimmt man bald wahr, daß ſich der Wein zu trüben anfängt, nachher von einer kahnigen

nigen Haut bedecket wird, und ſich eine gewiſſe fadenarti
Materie aus ihm trennt. Nach einiger Zeit wird er allmä
lig wieder klar und helle, jedoch hat er nun den geiſtigen G
ſchmack und Geruch gänzlich verloren, und iſt zu einer völli
ſauern Flüſſigkeit umgeſchaffen worden. Bey der Eſſigz
bereitung ſind als vorzügliche Bedingungen vorauszuſetze
daß eine Temperatur von 18 bis 25 Grad nach Reaumur d
ſey, und daß Sauerſtoffgas gegenwärtig ſey, und daß di
Flüſſigkeit noch ſchleimige Theile enthalte. Es bewirket dem
nach die Wärme eine chemiſche Trennung der Beſtandtheil
des Weins, wodurch dieſe fähig werden, den Sauerſtoff au
dem Sauerſtoffgas an ſich zu ziehen; daher wird die quali
tative Anziehung der Beſtandtheile des Weins verändert, un
muß daher ein ganz neues verändertes Produkt zu Stand
bringen, welches eben Eſſig genannt wird. Die Beſtand
theile des Eſſigs ſelbſt ſind wie beym Weine, Waſſerſtoff
Kohlenſtoff und Sauerſtoff, nur iſt, wie geſagt, die quali
tative Verbindung der Beſtandtheile beym Eſſig verſchieden
von der beym Weine. Bey dieſer gewöhnlichen Eſſigberei
tung behält der Eſſig immer noch viel wäſſeriges, wovon
man ihn am leichteſten durchs Gefrieren befreyen kann. Wei
die Eſſigſäure wie das Geiſtige beym Weine flüchtig iſt, ſ
kann man auch den Eſſig einer Deſtillation unterwerfen, und
auf dieſe Weiſe einen reinern Eſſig erhalten, welcher zwar im
mer noch mit Waſſer vermiſcht iſt, aber doch keine ſchleimi
gen oder andere weinſteinartige Theile mehr enthält. Man
nennt daher auch dieſen Eſſig **deſtillirten Eſſig.**

Die ſpecifiſche Schwere des Eſſigs iſt nach **Muſſchen-broek** im Verhältniſſe des Waſſers = 1,011, und alſo nur
etwas weniges größer als die des Waſſers; er gefrieret aber
eher als dieſes.

Der Gebrauch des Eſſigs iſt mannigfaltig, zur Berei
tung der Speiſen, in der Medicin, in der Färberey und in
der Mahlerey.

Eſſiggährung ſ. Gährung.

Eſſigſäure (acidum aceti, acide du vinaigre) iſt eine eigene Säure, die als ein Beſtandtheil des Eſſigs ausmacht. Man kann ſie gewinnen auf verſchiedene Art: wenn man den Eſſig mit Alkalien, Erden und Metallkalken verbindet, ſo wird dadurch die Eſſigſäure mehr figiret, daher das damit verbundene Wäſſerige durch Verdunſtung davon geſchieden werden kann; die auf dieſe Weiſe ſehr concentrirte Eſſigſäure wird der **radikale Eſſig** (acetum radicale) genannt, oder auch der **Eſſig-Alcohol** (alcohol aceti). Noch beſſer wird aber dieſe concentrirte Eſſigſäure nach einer Methode, die **Weſtendorf** [α]) angegeben hat, erhalten: man ſättiget nämlich reines Mineralalkali mit deſtillirtem Eſſig, ſeihet die Lauge durch, dunſtet ſie ab, bis zur Kryſtalliſation, trocknet das daher erhaltene weiße und reine Salz, pulvert es und deſtilliret dieß mit einem Ueberguß von halb ſo vielem Vitriolöl aus einer Tubulatretorte im Sandbade ganz behutſam ab. Sollte dieſe übergegangene Eſſigſäure noch mit Schwefelſäure verunreiniget ſeyn, ſo rectificiret man ſie am beſten nach **Leonhardi** [β]) mit Thonerde. Dieſe erhaltene Eſſigſäure iſt ungemein ſcharf, flüchtig und durchdringend von Geruch, völlig klar und helle, und trübt im reinen Zuſtande weder die ſalzſaure noch ſalpeterſaure Schwererde, noch die ſauern metalliſchen Auflöſungen. Herr **Lowitz** [γ]) hat gefunden, daß man eine überaus concentrirte Eſſigſäure dadurch erhalten kann, daß man den Eſſig entweder mehrere Mahl dem Froſt ausſetzet, und dann aus dem Waſſerbade abdeſtilliret, oder daß man 3 Theile eſſigſaures Mineralalkali, welches völlig ausgetrocknet und fein gepulvert worden, mit Schwefelſäure überſättigten Gewächsalkali im Sandbade bey gelinder Wärme deſtilliret. Dieſe dadurch über-

α) Diſſ. de optima acetum concentratum eiusdemque naphtham conficiendi ratione. Goetting. 1772. 4.

β) Macquers chymiſches Wörterbuch. Th. II. S. 111. Anmerk.

γ) Ueber das Verfahren, den Eſſig bis zum höchſten Grade ſeiner Stärke zu concentriren, und in Kryſtallengeſtalt darzuſtellen, in Crells chem. Annalen 1790. B. I. S. 206 ff. S. 300 ff. J. 1793. B. I. S. 219 ff.

überaus verſtärkte und bey 38 Grad nach Fahrenheit kryſtalliſirbare Eſſigſäure nennt Herr **Lowitz Eiseſſig.** Es iſt dieſer entzündlich, wenn man ihn zuvor über dem Lichte erwärmet, und dann mit einem angezündeten Papiere berühret, und verbrennt mit leichter blauer Flamme.

Die neuere franzöſiſche Nomenclatur unterſcheidet die Säure des gemeinen deſtillirten Eſſigs von der des aus eſſigſauern Metallſalzen durch trockene Deſtillation zu erhaltenden concentrirten oder radikalen Eſſigs; jene nennt ſie acide aceteux (acidum acetoſum), dieſe acide acetique (acidum aceticum), und die mit der erſtern bereiteten Neutral- und Mittelſalze acetites, die mit der letztern gemachten acetates. Es ſoll nämlich das acide aceteux noch nicht vollkommen mit Sauerſtoff geſättiget ſeyn, dagegen dieß bey dem acide acetique Statt finde. Herr **Gren** nimmt aber dieſen Unterſchied nicht an, weil beyde Sorten bloß in dem verſchiedenen Grade der Concentrirung verſchieden ſeyn könnten.

Nach dem antiphlogiſtiſchen Syſtem beſteht die Eſſigſäure aus Waſſerſtoff und Kohlenſtoff, die durch den Sauerſtoff geſäuert iſt; nach dem phlogiſtiſchen Syſtem hingegen aus Waſſerſtoff, kohlenſaurer Grundlage, die zuſammen mit dem Sauerſtoff die Eſſigſäure conſtituiren.

Die Eſſigſäure gibt mit den Alkalien und Erden verſchiedene Neutral- und Mittelſalze: nämlich mit Pottaſche die **eſſigſaure Pottaſche** (alcali vegetabile acetatum, terra foliata tartari, acetite de potaſſe), welche weiße und blätterige Kryſtallen bildet, die an der Luft zerfließen und im Waſſer leicht auflösbar ſind; mit Soda, die **eſſigſaure Soda** (alcali minerale acetatum, acetite de ſoude), welche prismatiſche Kryſtallen gibt, die an der Luft verwittern und ſich im Waſſer auflöſen; mit Ammoniak, **das eſſigſaure Ammoniak, Minderers Geiſt** (alcali volatile acetatum, ſpiritus Mindereri, acetite d'ammoniaque), welches ſehr flüchtig und ſchwer zu kryſtalliſiren iſt; mit Kalkerde, **die eſſigſaure Kalkerde** (calx acetata, acetite de chaux) u. ſ. f.

M. ſ. Gren ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. II. Halle 1794. §. 1943 u. ſ.

Eudiometer Luftgütemeſſer (eudiometrum, eudiomètre) iſt ein Werkzeug, welches zur Prüfung der Salubrität der Luft dienen ſoll, ob dieſe nämlich zum Einathmen mehr oder weniger brauchbar, und folglich für die Erhaltung der Geſundheit des thieriſchen Körpers mehr oder weniger zuträglich ſey.

Zur Erfindung dieſes Inſtrumentes gab eine Luftart, das ſo genannte Salpetergas, Veranlaſſung, welche ſchon Hales [α]) entdeckte, und nachher von Prieſtley [β]) in Anſehung ihrer Eigenſchaften und Wirkungen genauer unterſuchet wurde. Hales erzählet nämlich, daß er aus dem waltoniſchen Kieſe vermittelſt der Salpeterſäure eine Luft erhalten hätte, welche die atmosphäriſche Luft, wenn ſie ihr beygemiſcht würde, verminderte, oder ſie in ein kleineres Volumen zuſammenbrächte. Prieſtley ſtellte nachher auf Anrathen des Herrn Cavendiſh Verſuche mit Metallauflöſungen in Salpeterſäure an. Er erhielt auch wirklich aus einer Meſſingauflöſung die von Hales beſchriebene Luft, die er nitröſe oder ſalpeterartige Luft nannte. Die auffallendſte und wichtigſte Erſcheinung, die Prieſtley an dieſer Luft wahrnahm, iſt ihre Zerſtörung durch reſpirable Luft. Wenn ſich nämlich unter einem mit Waſſer geſperrten Cylinder Salpetergas befindet, und man läßt zu dieſem atmosphäriſche Luft treten, ſo entſtehet ſogleich eine Röthe, das Salpetergas verläßt ſeinen luftförmigen Zuſtand, und verwandelt ſich in einen Nebel; dabey erzeuget ſich Wärme, das Waſſer ſteigt in den Glascylinder in die Höhe, und verſchluckt die rothen Nebel. Bringt man auf ſolche Art ſo viel atmosphäriſche Luft hinzu, bis das Salpetergas gar keine Nebel mehr gibt, oder bis es gänzlich zerſtöret iſt, ſo nimmt nun die rückſtändige Luft nicht mehr ſo viel Raum ein,

[α]) Statik der Gewächſe, nach der franzöſiſchen Ausgabe überſetzet. Halle 1748. 4. S. 128. 224.

[β]) Verſuche und Beobachtungen über verſchiedene Gattungen der Luft, a. d. Engl. Th. I. Leipz. 1778. 8. S. 106.

ein, als die angewendete atmoſphäriſche Luft allein eingenommen haben würde, und es ſcheint daher, als ob dieſe verloren gehe. Die rückſtändige verminderte Luft iſt wahres Stückgas von eben der Art, als das durchs Verbrennen erzeugte. Es läßt ſich aber hierbey kein ganz gewiſſes Verhältniß feſtſetzen, wie viel atmoſphäriſche Luft nämlich zur gänzlichen Zerſetzung einer beſtimmten Quantität vom Salpetergas nöthig iſt, weil die atmoſphäriſche Luft in Anſehung der Reinigkeit verſchiedene Grade beſitzet, und nur nach Maßgabe der darin befindlichen Lebensluft die Zerſtörung des Salpetergas und die Verminderung der atmoſphäriſchen Luft erfolget. Bringt man alſo auf die vorerwähnte Art Lebensluft zum Salpetergas, ſo iſt die Röthung weit ſtärker, die Erwärmung beträchtlicher und die Verminderung des Volumens ſehr groß. Bey der größten Reinigkeit beyder Luftarten muß folglich eine gänzliche Zerſtörung derſelben erfolgen.

Je reiner alſo die reſpirable Luft iſt, deſto größer iſt ihre Verminderung mit dem Salpetergas, und deſto auffallender ſind alle Erſcheinungen dabey. Alle irreſpirable Luftarten aber zerſetzen das Salpetergas ganz und gar nicht, ſondern dieß bleibt mit denſelben im luftförmigen Zuſtande verbunden, auch erleiden ſie keine Verminderung ihres Umfanges. Hieraus iſt alſo leicht zu begreifen, daß die atmoſphäriſche Luft und das Salpetergas eine deſto größere Verminderung erleiden, je reiner die atmoſphäriſche Luft iſt.

Dieſen Erfahrungen gemäß hat man folgende Sätze als wahr angenommen:

1. Je größer die Verminderung des Volumens bey der Vermiſchung der atmoſphäriſchen Luft und des Salpetergas iſt, deſto reiner iſt die atmoſphäriſche Luft, und daher zum Einathmen und zur Erhaltung des thieriſchen Lebens deſto tauglicher.

2. Im Gegentheil, je geringer die Verminderung des Volumens bey einer ſolchen Vermiſchung iſt, deſto unreiner iſt

iſt die atmosphäriſche Luft, und daher zum Athemhohlen und zur Erhaltung des thieriſchen Lebens deſto untauglicher.

3. Eine jede andere Luftart, welche mit Salpetergas vermiſcht gar keine Verminderung erleidet, iſt mephitiſch, und daher zum Athemhohlen und zur Fortſetzung des thieriſchen Lebens ganz untauglich.

Die Einrichtung des Eudiometers gründet ſich nun ganz darauf, die Salubrität der atmosphäriſchen Luft durch das Salpetergas zu prüfen. Es würde daher nur darauf ankommen, ob man ſich von der Wahrheit dieſer angeführten Sätze ganz allgemein überzeugen könne. Allein die Erfahrung lehret, daß die atmosphäriſche Luft viele Stoffe enthalten könne, die der Geſundheit des Menſchen nachtheilig ſind, und welche gleichwohl die Salpeterluft nicht zerſetzt; im Gegentheil können auch wohl verſchiedene Stoffe in der atmosphäriſchen Luft enthalten ſeyn, welche das Salpetergas nicht zerſetzt, und doch heilſam wären. So iſt z. B. die atmosphäriſche Luft allezeit mehr oder weniger feucht; bey Vermiſchung des Salpetergas aber mit feuchter atmosphäriſcher Luft wird dieſe durch jenes Gas wegen der großen Verwandtſchaft mit der Feuchtigkeit getrocknet, und wegen dieſer Trocknung wird ſich die atmosphäriſche Luft merklich zuſammenziehen müſſen; alſo rühret die Verminderung der vermiſchten Luftmaſſe zum Theil mit von ihrer Trocknung her, welche folglich nach Verhältniß bey einer feuchten Luft mehrentheils größer iſt, als bey einer trockenen. Daher wird auch jene geſünder als dieſe zu ſeyn ſcheinen. So fand der Herr de Sauſſüre die Alpenluft um deſto ſchlechter, je höher er hinauf ſtieg; wahrſcheinlich bloß dieſerwegen, weil ſie immer trockener ward. Ueber den hohen Eisflächen, wo die Luft immer feucht war, ſchien ſie ihm auf ein Mahl wieder beſſer zu werden. Eben ſo fand auch Herr Ingenhouß die feuchte Seeluft geſünder, als die trockene Landluft. Und mehrentheils ſcheint auf dem Lande bey hellem Wetter und hohem Barometerſtande die Luft ſchlechter als beym Regen und verminderten Drucke der Atmosphäre. Eben ſo kann

eine Miſchung aus drey Theilen entzündbarem, kohlenſaurem Gas und einem Theile Lebensluft bey den eudiometriſchen Verſuchen ſich als reſpirable zeigen, ob ſie gleich hierzu ſchädlich und nachtheilig iſt. Man kann alſo durchs Eudiometer, als welches ſeiner Einrichtung nach nichts weiter zeiget, als ob die atmosphäriſche Luft mehr oder weniger Lebensluft enthalte, nicht die abſolute Heilſamkeit und Güte einer ſolchen Luft fürs Athemhohlen und für andere Actionen des thieriſchen Lebens beſtimmen, und ſo verdienet alſo dieſes Inſtrument den Nahmen Eudiometer im eigentlichſten Verſtande nicht.

Prieſtley ſelbſt war bereits im Jahre 1772 der erſte, welcher ein ſehr einfaches Inſtrument dieſer Art bekannt machte. Es beſteht dieſes aus einer gläſernen Flaſche oder Phiole, die er das **Maß** nennet, und welche ungefähr eine Unze Waſſer enthalten kann, nebſt noch zwey anderen Glasröhren. Der Durchmeſſer der einen Glasröhre beträgt etwa 1½ Zoll und der der anderen ¼ Zoll, deren Länge drey Fuß iſt. Dieſe lange Röhre dienet zur Einnahme der zu prüfenden Luft und des Salpetergas; dieſerwegen ſind auch die Räume, in welche ſich die geprüfte Luft ausdehnet, durch eingeſchnittene Striche bemerket, und ein jeder davon in 1000 Theile getheilet. Das Maß wird nun zuerſt mit Waſſer angefüllt, und in umgekehrter Lage mit der Oeffnung über die Oeffnung des Trichters einer mit Waſſer gefüllten Wanne des pnevmatiſch chemiſchen Apparats gebracht. Hierauf wird nun in dieſes Maß die zu prüfende Luft durch den Trichter eingelaſſen, welche ſich in demſelben zu oberſt hingibt, und das Waſſer herunter preßt. Dieſes Maß Luft wird ſodann in die 1½ Zoll breite Glasröhre gelaſſen, ohne dieſelbe mit der bloßen Hand zu berühren. Auf die nämliche Art wird nun auch das Maß mit Salpetergas angefüllt, und in eben die Glasröhre gelaſſen, die Miſchung dieſer beyden Luftarten wird nun in die große gläſerne abgetheilte Röhre übergebracht, und dieſe, ohne ſie zu ſchütteln, ins Waſſer verſenkt, bis die Waſſerfläche innerhalb der gläſernen Röhre mit der äußern Waſſerfläche zu-

ſammen-

ſammenfällt, wobey nun der Raum, welchen zwey Maß Luft nach der Vermiſchung ausfüllen, in Hunderttheilen eines Maßes bemerket werden kann. Dieſes Verfahren, ſo einfach es auch an ſich iſt, iſt doch verſchiedenen Fehlern ausgeſetzet; ſchon eine nur gering abweichende Temperatur kann verſchiedene unter einander ſtark abweichende Reſultate hervorbringen, anderer Umſtände, die ſich dabey einfinden können, nicht zu gedenken. Ueberhaupt erfordert der Gebrauch des Eudiometers eine ſehr große Genauigkeit, und viele Uebung; auch muß das Salpetergas, wenn die Verſuche einſtimmig ausfallen ſollen, ganz rein ſeyn. Selbſt die Unvollkommenheit in der Struktur des Eudiometers kann verſchiedene ſehr abweichende Reſultate hervorbringen. Nach Verſchiedenheit der Größe der Entbindungsflaſche, worin das Salpetergas zubereitet wird, kann dieſe mit mehr oder weniger Stickgas durch die Zerſetzung der atmosphäriſchen Luft in der Flaſche vermiſcht ſeyn; und dieſes Stickgas wird dann mit Unrecht der geprüften reſpirablen Luft zu geſchrieben.

Der Gedanke des Herrn **Prieſtley** mittelſt des Salpetergas die Reinigkeit der atmosphäriſchen Luft zu prüfen, ward von andern Naturforſchern mit Beyfall aufgenommen, und ſie ſuchten die erſte Erfindung auf mannigfaltige Weiſe abzuändern und zu verbeſſern. Der Abt **Felix Fontana** *) ſchlug acht von der prieſtley'ſchen Erfindung verſchiedene neue Werkzeuge vor, welche alle dieſes mit einander gemein haben, daß eine jede Luftart in ein eigenes dazu beſonders beſtimmtes Behältniß gebracht wird. Hierauf werden beyde Luftarten zuſammengelaſſen, da ſodann die Größe der Veränderung des Volumens das Queckſilber angibt. Bey den vier erſten geſchiehet dieſes durchs Abwägen des Queckſilbers, bey den vier andern aber durch den verſchiedenen Stand in einer Glasröhre mittelſt eines angebrachten Maßſtabes. Alle dieſe Werkzeuge haben aber weiter keinen Beyfall erhalten, weil das Salpetergas das Queckſilber angreift,

*) Deſcrizione eduſo di alcuni ſtromenti per miſurare la ſalubrità dell' aria. in Firenze 1774. 4.

und daher die zu erwartenden Reſultate ungemein zweifelhaft macht.

Nicht lange darnach gab der Ritter **Marſiglio Landriani** *) in Mayland eine ganz andere Einrichtung dieſes Werkzeuges an, und benannte ſelbiges zum erſten Mahle Eudiometer, welchen Nahmen alle übrige Einrichtungen dieſer Art behielten. Es beſteht dieſes ſein Eudiometer aus einer ovalen gläſernen Flaſche, die an beyden entgegengeſetzten Oeffnungen mit gläſernen oder elfenbeinernen Hähnen verſehen ſind. Aus der untern Oeffnung dieſer Flaſche geht eine Glasröhre, welche überall gleich weit iſt, hinab; das untere Ende dieſer Röhre beſitzet ein Ventil, und ſteht in einem kleinen Becken im Waſſer. Dieſer ganze Apparat iſt an ein hölzernes Geſtelle gebracht, welches neben der langen Glasröhre eine Skale enthält, deren Länge in 24, jeder Theil wiederum in 12 Theile eingetheilet iſt. Am obern Hahne iſt eine Blaſe mit Salpetergas angefüllt gebunden. Der Gebrauch dieſes Eudiometers iſt folgender: die Flaſche und Röhre werden mit Waſſer angefüllt, hierauf der obere Hahn mit der daran gebundenen Blaſe aufgeſchraubet, und aus letzterer ſo viel Salpetergas in die Flaſche gedruckt, bis dieſe ganz mit dem Salpetergas angefüllt und das Waſſer hinabgedruckt iſt. Hiernächſt werden nun beyde Hähne verſchloſſen, das kleine mit Waſſer gefüllte Becken wird hinabgethan, damit das Waſſer aus der Glasröhre auslaufen, und dieſe ſich mit atmosphäriſcher Luft füllen könne. Nachdem nun dieſes wirklich geſchehen, ſo wird das Becken wieder in die gehörige Stelle gebracht, die untere Oeffnung der Röhre ins Waſſer getaucht, und der Hahn zwiſchen der Flaſche und der Röhre geöffnet. Da nun hierdurch beyde Luftarten in Berührung kommen, ſo erfolgt auch die Verminderung des Volumens der atmosphäriſchen Luft, und es muß daher das Waſſer durch den äußern Druck de

*) Ricerche fiſiche intorno alla ſalubrità dell' aria in Milano 1775. 8. auch in *Rozier* journal de phyſique. Octob. 1775. Landriani Unterſuchung der Geſundheit der Luft. Baſel 1778. 8.

der Atmoſphäre in der gläſernen Röhre in die Höhe getrieben werden, wodurch die Verminderuug des Volumens durch die abgetheilte Skale ſehr leicht beſtimmt werden kann. Mit dieſem Eudiometer hat Herr **Landriani** die Luft in den Gebirgen bey Piſa immer reiner gefunden, je höher er hinaufſtieg, dagegen um den Veſuv immer ſchlechter, je näher er dem Krater kam; auch fand er bey den pontiniſchen Sümpfen, beym Sirocco, in der Hundsgrotte u. ſ. f. die Luft von ſchlechter Beſchaffenheit. Nachdem er ſeine Reiſe vollendet hatte, ſchenkte er dieſes Inſtrnment dem Dr. **Prieſtley**.

Auch Herr Dr. **Ingenhouß** gab ſich zu eben dieſer Zeit Mühe, das Werkzeug zur Beſtimmung der Luftgüte zu verbeſſern. Er beſchrieb zwey neue Einrichtungen dieſer Art in einem Briefe an Pringle, welcher im Jahre 1776 in der königlichen Societät der Wiſſenſchaften zu London vorgeleſen, und in ihre Schriften aufgenommen wurde *). Das eine Werkzeug hat folgende Einrichtung; eine kupferne Röhre beſitzet zwey Hähne, an deren einem Ende eine Flaſche von Federharz ſich befindet, das andere Ende aber in eine Glasflaſche eingeſchraubet werden kann. Von der Mitte dieſer kupfernen Röhre geht eine andere rechtwinklig umgebogene kupferne Röhre herab, die einen Hahn beſitzet, und endiget ſich in eine Glasröhre von 2 bis 3 Fuß Länge, welche in 100 gleiche Theile abgetheilet iſt. Dieſen Apparat gebrauchte Herr **Ingenhouß** auf dieſe Art: er goß ein halbes Loth verdünnte Salpeterſäure auf ein Quentchen Eiſenfeile in die Glasflaſche, woraus ſich das Salpetergas entwickelte; hierauf druckte er die Flaſche vom Federharz, welche atmoſphäriſche Luft enthielt, zuſammen, um beyde Luftarten in der kupfernen Röhre mit einander zu vermiſchen. Nachdem ſich nun das Eiſen aufgelöſet hatte, ſo verſchloß er die Hähne in der kupfernen Röhre, und brachte die gläſerne in gleiche Theile abgetheilte Röhre in Queckſilber. Hierauf öffnete er nun

*) Philoſoph. transact. Vol. LXVI. S. 257.

den unterhalb der Federharzflaſche, und den an der gebogenen Röhre befindlichen Hahn, wodurch das Queckſilber durch den äußern Druck der Atmosphäre in die gläſerne Röhre hinauf ſtieg, und die Verminderung des Volumens an der Theilung anzeigte. Dieſen Apparat verwarf aber **Ingenhouß** bald ſelbſt wieder, indem die entwickelten Salpeterdämpfe das Kupfer auflöſeten, und das ganze Verfahren ſelbſt falſche Reſultate hervorbringen mußte.

Das andere von **Ingenhouß** angegebene Werkzeug hatte folgende Einrichtung: eine im Durchmeſſer $\frac{1}{12}$ pariſer Zoll und $2\frac{1}{2}$ Fuß lange an beyden Seiten offene Glasröhre ward in 100 gleiche Theile abgetheilet. Dieſe Röhre brachte er über ein mit Eiſenfeil und Scheidewaſſer angefülltes Fläſchgen, um es mit Salpetergas zu füllen; hierauf hielt er beyde Oeffnungen der Röhre mit den Daumen zu, brachte die untere Oeffnung in ein Gefäß mit Queckſilber, und ließ durch die Oeffnung der Röhre an beyden Seiten einen Zoll hoch Queckſilber hineintreten. Hiernächſt verſchloß er die Röhre wieder, und brachte ſie verſchloſſen in eine horizontale Lage, in welche er durch abwechſelndes Oeffnen und Verſchließen die darin befindliche kleine Queckſilberſäule bis in die Mitte laufen ließ, wobey dieſelbe aus dem einen Ende gerade ſo viel Salpetergas austreibt, als durch das andere Ende atmosphäriſche Luft hineingelaſſen wird. Wenn nun das Queckſilber in der Mitte der Röhre ſich befand, ſo ſchüttelte er die Röhre mit verſchloſſenen Oeffnungen ſtark hin und her, welches vorzüglich zur leichtern Vermiſchung beyder Luftarten beytrug. Zuletzt brachte er die untere Oeffnung der Röhre wieder in das Gefäß mit Queckſilber, öffnete das untere Ende, indem er noch das obere verſchloſſen hielt. Da nun hierdurch die Vermiſchung beyder Luftarten eine Verminderung des Volumens hervorgebracht hatte, ſo mußte natürlich das Queckſilber in der Röhre aufſteigen, und dadurch die Verminderung des Volumens anzeigen. Allein auch von dieſer Methode iſt **Ingenhouß** bald wieder abgegangen.

Im Jahre 1777 beſchrieb der Herr **von Magellan** [α]) drey neue Eudiometer, welche ſehr zuſammengeſetzet waren. Man findet dieſe drey Eudiometer vollſtändig beſchrieben und abgebildet beym **Cavallo** [β]). Das erſtere hat folgende Einrichtung: eine durchaus gleich weite 12 bis 15 Zoll lange gläſerne Röhre (fig. 44.) ab iſt oben mit einem eingeriebenen gläſernen Stöpſel a verſehen; an dem untern Ende aber iſt ein Gefäß cf recht paſſend eingeſchliffen, welches noch zwey andere Oeffnungen beſitzet, in welche ebenfalls kleine Phialen d und e paſſend eingeſchliffen ſind. Der innere Raum beyder Phialen zuſammengenommen muß ungefähr dem der Röhre ab gleich ſeyn. Der meſſingene Ring g läßt ſich an der Röhre hin und herſchieben, und mittelſt einer Stellſchraube allenthalben befeſtigen. Außerdem iſt nun noch ein hölzernes oder meſſingenes Lineal in gleiche Theile abgetheilet, welches durch ein Paar meſſingene halbe Ringe an die Röhre ab feſt gemacht werden kann. Wenn man dieſen beſchriebenen Apparat gebrauchen will, ſo wird der Stöpſel a abgenommen, und das ganze Inſtrument unters Waſſer in der Wanne gebracht, ſo daß ſich das Gefäß cf, die beyden Phialen d und e und die Glasröhre ab ganz mit Waſſer anfüllt, da es ſodann mit dem Stöpſel a wieder verſchloſſen wird. Den untern Theil des Inſtrumentes läßt man etwa bis zur Hälfte der Röhre im Waſſer, nimmt hierauf eine von den beyden Phialen d und e ab, und füllt ſie mit der zu prüfenden Luft, und bringt ſie wieder an ihre gehörige Stelle; eben ſo wird auch die andere mit Salpetergas gefüllt, und gleichfalls wieder an gehörigen Ort gebracht. Hiernächſt wird

α) Deſcription of a glaſſ-apparatus etc. together with the deſcription of ſome new Eudiometers or Inſtruments for aſcertaining the Whole ſomeneſs of reſpirable air, in a letter to the Rev. D. *Prieſtley*; Lond. 1777. 8. Beſchreibung eines Glasgeräths, vermittelſt deſſen man mineraliſches Waſſer in kurzer Zeit ꝛc. machen kann, wie auch einiger Eudiometer in einem Sendſchreiben an Dr. Prieſtley, a. d. Engl. überſ. u. mit Zuſ. erläut. von C. F. Wenzel. Dresden 1780. S. 24. 24. 49. fig. 8. 15. 16.

β) Abhandlung über die Eigenſchaften der Luft a. d. Engl. Leipz. 1783. gr. 8. Taf. II. fig. 22. 23. 24.

das ganze Inſtrument aus dem Waſſer herausgenommen, und das Gefäß cf ſo herumgedrehet, daß die beyden Phiolen d und e zu unterſt und der Bauch cf zu oberſt kommen, wodurch die beyden Luftarten, die in beyden Phiolen enthalten ſind, über die Waſſerfläche in den Bauch cf treten, ſich daſelbſt mit einander vermiſchen, und die Verminderung des Volumens bewirken. So bald man das Gefäß ef herum gedrehet hat, muß das Inſtrument wieder bis an die Mitte der Röhre ins Waſſer getauchet, und der Stöpſel a oben weggenommen werden. Wenn nun auf beſchriebene Weiſe die Verminderung des Luftvolumens erfolget iſt, ſo wird natürlich das Waſſer in der Röhre ab herabfallen. Wenn die Verminderung des Luftvolumens den höchſten Grad erreichet hatte, ſo glaubte Herr **Magellan** wahrgenommen zu haben, daß alsdann das Volumen wieder ein wenig zunehme, und dieſerwegen gebrauchte er den meſſingenen Ring mit der Stellſchraube, um den Punkt, wo die Waſſerfläche ſtill geſtanden hatte, genau zu bezeichnen; allein dieſes Vorgeben hat ſich nicht beſtätiget gefunden. So bald nun die Verminderung des Luftvolumens völlig aufgehöret hat, ſo füllt er die Röhre ab mit Waſſer wieder voll, verſchließt ſie mit dem Stöpſel a, und wendet ſie ſo, daß nun die verminderte Luft aus dem Gefäße in die Röhre hinaufſteigen kann. Nun nimmt er das Gefäß cf ganz ab, bringt die Röhre ſo weit ins Waſſer, bis die Waſſerfläche in der Röhre mit der äußern zuſammenfällt, und mißt ſodann an dem Lineale das Volumen der beyden Luftarten ab. Auf dem Lineale iſt nun bemerkt, wie viele Theile mit den beyden innern Räumen der Phiolen d und e zuſammengehören. Geſetzt alſo, die beyden Räume wären dem Raume der Röhre ſelbſt genau gleich, d. h. beyde Luftarten würden in der Röhre zuſammengenommen die 100 gleichen Theile betragen, oder ihre Räume würden mit den 100 Theilen der Röhre zuſammengehören, ſo ließe ſich nun auch die Größe der Verminderung der vermiſchten Luftmaſſe nach **Magellan** leicht beſtimmen. Nähmen nämlich die beyden Luftarten in der Vermiſchung nur noch 50 Theile ein,

ſo wären 50 Theile verloren gegangen, und es wäre nun nach **Magellan** der Grad der Salubrität der atmosphäriſchen Luft $= \frac{50}{100} = \frac{1}{2}$ u. ſ. ſ.

Die übrigen beyden von **Magellan** angegebenen Eudiometer ſind eben ſo wie dieſes beſchriebene zuſammengeſetzet, und gar nicht weiter in Gebrauch gekommen.

Nachher ſind noch eine ſehr große Menge von dergleichen Werkzeugen angegeben worden, welche ſich alle von der erſten einfachſten und daher auch beſten Einrichtung zu weit entfernet haben, und welche hier zu beſchreiben zu weitläuftig ſeyn würde. Dergleichen haben beſchrieben **Achard** [α]), **Gerardin** [β]), **Stegmann** [γ]), **Caveniſh** [δ]) **Senebier** [ε]) und andere.

White [ζ]) gebrauchte zu ſeinen Beobachtungen über die Salubrität der Luft zu York eine gemeine Barometerröhre, welche eine ſolche Weite hatte, daß etwa ein Unzenglas voll Luft 134 Decimoltheile eines engliſchen Zolles darin einnahm. In dieſe Röhre brachte er unter dem Waſſer vermittelſt gläſerner Trichter ein Unzenglas voll Luft hinein, und that gleich ein halbes Unzenglas voll Salpetergas hinzu, und bemerkte ſogleich den Raum, welchen beyde Luftarten im erſten Augenblicke einnahmen, aber auch den, welchen ſie nach $\frac{1}{2}$ Stunde noch einnahmen. Der letztere von dem er-

α) Sur la meſure de la ſalubrité de l'air, renfermant la deſcription de deux nouveaux Eudiomètres in den nouv. Mém. de l'Acad. de Pruſſe 1778. Tab. V. fig. 1. 2. Ueber das Maß der Reinigkeit der Luft, nebſt der Beſchreibung zweyer neuer Eudiometer; in Achards Sammlung phyſ. und chemiſch. Abhandl. B. I. Berlin 1784. S. 317.

β) In *Rozier* journal de phyſique Mars 1778.

γ) Beſchreibung eines Luftmeſſers der geſunden und ungeſunden Luft. Caſſel 1778. 8.

δ) Philoſ. transact. Vol. LXXIII. P. I. imgl. im gothaiſchen Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. II. St. 3. S. 151.

ε) Mémoires phyſico-chymiques ſur l'influence de la lumière ſolaire pour modifier les êtres des trois regnes de la nature à Geneve 1782. 8. T. I. fig. 2. Tom. II. fig. 3.

ζ) Philoſoph. transact. Vol. LXVIII. P. I. n. 13. überſ. in den Sammlungen zur Phyſik und Naturgeſchichte. B. 2. St. 4. S. 412.

ſtern abgezogen gab die Verminderung des Luftvolumens an, und beſtimmte die Reinigkeit der Luft.

Herr de Sauſſüre [α]) bediente ſich auf ſeinen Reiſen durch die Alpen zu dieſer Abſicht einer gläſernen Flaſche welche einen eingeriebenen Stöpſel hatte, nebſt einem kleinen Gläschen oder Maße, welches etwa ⅓ der Flaſche hielt, und einer kleinen Wage. Dieſer ganze Apparat war ſo eingerichtet, daß er in ein Käſtchen gepackt, und leicht auf Reiſen mitgenommen werden konnte. Zuerſt wiegt Herr de Sauſſüre die mit Waſſer angefüllte Flaſche, und läßt hierauf unter dem Waſſer durch einen Trichter zwey Maß atmosphäriſche Luft und ein Maß Salpetergas hinein. So bald ſich dieſe beyden Luftarten mit einander vermiſchen, und die Größe des Volumens vermindern, ſo dringt das Waſſer in die Flaſche. Nun verſchließt er die Flaſche unter dem Waſſer, ſchüttelt ſie, öffnet ſie wieder, damit etwa neues Waſſer hineindringen könne, und wiederhohlet dieſes Verfahren jederzeit drey Mahl. Zuletzt wird dieſe Flaſche zugeſtopft, ganz rein abgetrocknet und wieder gewogen. Wenn nun dieſes letztere Gewicht von dem erſtern abgezogen wird, ſo gibt der Reſt das Gewicht der Waſſermenge an, welche den Raum der vermiſchten und verminderten Luftmaſſe ausfüllt, und iſt folglich deſto größer, je geringer die Verminderung iſt oder je weniger Lebensluft die atmosphäriſche Luft enthält.

Da aber alle dieſe Eudiometer wenig zuverläſſige und einförmige Reſultate geben, ſo ging man wieder auf die erſte und einfachſte Erfindung zurück, welche bloß einige Verbeſſerung von Fontana, Cavallo, Ingenhouß und Luz erhielt. Die Verbeſſerung, welche der Abt Fontana anbrachte, iſt mit deſſen Genehmigung von Dr. Ingenhouß [β]) beſchrieben worden. Es beſteht dieſes prieſtley'ſche von Fontana verbeſſerte Eudiometer aus zwey Stücken, dem großen und kleinen Maße. Das große Maß iſt eine

α) Reiſe durch die Alpen, a. d. Franz. Leipz. 1781. 8. Th. II. S. 578.
β) Verſuche mit Pflanzen ꝛc. a. d. Engl. Leipz. 1780. 8.

14 bis 20 Zoll lange Glasröhre, welche vollkommen cylindriſch iſt, und im Durchmeſſer ½ Zoll hat. Sie iſt durch gemachte Einſchnitte ins Glas in gleiche drey Zoll lange Theile eingetheilet, wovon ein jeder Theil wieder in 100 Theile abgetheilet werden kann, die jedoch nicht ſelbſt aufs Glas getragen, ſondern auf eine eigene an der Röhre bewegliche Skale eingeſchnitten ſind. Es beſtehet dieſe Skale aus zwey gleich langen Stäben von Meſſing, welche unten und oben an meſſingene Ringe gelöthet ſind. Uebrigens iſt die Röhre (fig. 45.) a b ſelbſt unten bey c d kegelförmig ausgearbeitet. Das kleine Maß (fig. 46.) iſt eine kleine Phiole h, welche genau ſo viel Raum einnimmt, als eine Eintheilung von 3 Zoll des großen Maßes. Dieſe Phiole paßt mit ihrer Oeffnung in eine meſſingene kurze trichterförmige Röhre h, durch deren Mitte ein Schieber k vor die Oeffnung der Phiole h gehet. Vermittelſt dieſes Schiebers wird die in der Phiole befindliche Luft von der überflüſſigen in der koniſchen Höhlung h abgeſondert. Wenn man nun dieſe Phiole unter Waſſer bringt, und ſie in dieſem umkehret, ſo wird auch dieſe überflüſſige Luft weggeſchafft. Auf dieſe Weiſe iſt alſo beſtändig eine gleiche Menge von Luft in der Phiole eingeſchloſſen. Um nun dieſes zweyte Maß mit einer Luftart anzufüllen, wird es zuerſt mit Waſſer voll gemacht, und nun mit der Oeffnung nach aufgemachtem Schieber auf den Trichter der mit Waſſer gefüllten Wanne des pnevmatiſch-chemiſchen Apparats gebracht. Hiernächſt wird die Luftart im Waſſer durch den Trichter in die Phiole gelaſſen, dieſe durch den Schieber verſchloſſen, und im Waſſer umgekehret, damit die überflüſſige im koniſchen Theile h befindliche Luft herausgehe. Auf dieſe Weiſe wird man nun eine beſtimmte Quantität von dieſer Luftart in dem kleinen Maße haben. Um nun dieſe in das große Maß zu leiten, muß dieſes ebenfalls mit Waſſer angefüllet werden; hierauf hält man es umgekehrt ins Waſſer, bringt das kleine Maß umgekehrt mit dem koniſchen Theile h unter die Oeffnung b, macht die Schieber auf, und läßt die Luft aus der Phiole in

das große Maß übergehen. Auf dieſe Weiſe bringt man zuerſt in das große Maß zwey kleine Maß von der zu prüfenden Luft, und thut alsdann ein kleines Maß Salpetergas hinzu. So bald dieſes verrichtet iſt, ſo wird das große Maß vom Brete der Wanne hinweggenommen, und im Waſſer ſtark geſchüttelt, darauf in einem mit Waſſer gefüllten meſſingenen Cylinder (fig. 47.) rrrr gebracht, ſo daß die Waſſerfläche im großen Maße mit der äußern im Cylinder zuſammenfällt, und in ſelbigem ein bis zwey Minuten in der ſenkrechten Stellung ganz ruhig ſtehen gelaſſen, damit das Waſſer ablaufen könne. Nun wird die Skale am großen Maße ſo verſchoben, daß ihr unteres Ende oder die Null mit der Waſſerfläche im großen Maße gleich ſtehet, wobey zugleich die Zahl an der Skale mit der dazu gehörigen Hauptabtheilung am Glaſe des großen Maßes bemerket wird. Nun läßt man von neuem ein kleines Maß Salpetergas hinzu, ſchüttelt das große Maß unterm Waſſer wie vorher, läßt es abermahls im meſſingenen Waſſerbehälter 1 bis 2 Minuten ruhig ſtehen, ſtellt gehörig die Skale, und bemerkt auch hier die Zahl derſelben. Zuletzt läßt man noch ein drittes kleines Maß Salpetergas hinzu mit dem nämlichen eben angegebenen Verfahren. Dieſe drey Maß Salpetergas ſind nun hinlänglich um zwey Maß atmosphäriſche Luft ganz zu zerſetzen. Nach Beendigung dieſer Operation werden die bemerkten Zahlen der Skale mit den bis an das obere Ende des großen Maßes noch übrig bleibenden Hauptabtheilungen von den in das große Maß gelaſſenen kleinen Maßen, jedes für 100 gerechnet, abgezogen; der Reſt gibt alsdann die Verminderung des Luftvolumens. Wenn z. B. nach dieſem beſchriebenen Verſuche eine Hauptabtheilung des großen Maßes bey der Zahl 12 der Skale geſtanden hätte, und es wären bis an das obere Ende noch 2 Hauptabtheilungen übrig geweſen, ſo hätte das zurückgebliebene Volumen 212 Theile betragen; dieſe nun von 500, als dem Volumen der fünf kleinen Maße zuſammengenommen, ſubtrahiret, gibt die Verminderung des vermiſchten Luftvolu-

Luftvolumens 288 Theile. Man ſieht wohl, daß es bey dieſer Operation vorzüglich auf eine hinlängliche Uebung ankomme, wenn man gleichförmige Reſultate erhalten will.

Cavallo *) ſuchte dieſe ganze Einrichtung dadurch noch einfacher zu machen, daß er den meſſingenen Waſſerbehälter ganz wegließ, und dagegen am obern verſchloſſenen Ende des großen Maßes entweder einen Ring oder eine Schleiſe anbrachte, womit es an einem meſſingenen Haken der pnevmatiſchen Wanne aufgehangen werden konnte. Auf der Skale zählt er die Hunderttheile an dem einen Stabe vom obern Ringe herab, und an dem andern von unten hinauf. Bey dem Verſuche ſelbſt läßt er zwey kleine Maß atmosphäriſche Luft, und ein Maß Salpetergas in das große Maß, ſchüttelt es hierauf 15 Sekunden lang im Waſſer der pnevmatiſchen Wanne, und hängt es an dem Haken ſo auf, daß die Waſſerfläche in dem großen Maße etwa zwey Zoll über der Waſſerfläche in der Wanne ſtehet. Nun ſchiebt er die Skale ſo, daß der obere Rand des untern Ringes mit der Waſſerfläche in dem großen Maße zuſammenfällt, bemerkt alsdann, welche Theilung mit einem Striche am großen Maße gleich ſtehet. Man nehme z. B. an, der 44 Theilungsſtrich der Skale von oben herabgerechnet treffe mit dem 2ten Strich am großen Maße zuſammen, ſo ſchreibt er dafür II, I; 2,44 d. h. zwey Maß atmosphäriſche Luft, und ein Maß Salpetergas ſind durch die Vermiſchung auf 2,44 Maß zurückgebracht worden. Hierauf läßt er ein zweytes Maß Salpetergas hinzu, und verfähret damit eben ſo, wie bereits iſt angezeiget worden; fiel hierbey z. B. der 24te Theilſtrich der Skale mit der dritten Hauptabtheilung am großen Maße zuſammen, ſo bezeichnet er dieß nun durch II, II; 3,24. Die andere Abtheilung der Skale, die von unten hinauf gerechnet wird, gebrauchet er in dem Falle, wenn es nicht angehet, daß man den untern Ring der Skale an die Waſſerfläche bringen kann, und man folglich den obern Ring daran bringen und von oben herab zählen muß.

Dieß

*) Abhandlung über die Eigenſchaften der Luft. S. 112.

Dieß nämliche Werkzeug gebrauchet auch Dr. Ingenhouß, miſchet aber dabey nur ein Maß von jeder Luftar[t] zuſammen. Das kleine Maß hält er unter dem Waſſer be[y] dem Schieber 15 Sekunden lang, damit es die Temperatu[r] des Waſſers annehme, und von der Hand nicht erwärme[t] werde. Das Salpetergas bereitet er ſtets von neuem au[s] Kupfer. Wenn dieſes nun in das große Maß iſt geleite[t] worden, ſo ſchüttelt er es 30 Sekunden lang unter dem Waſ-ſer, und bringt es nachher in den meſſingenen Waſſerbehäl-ter rrrr. Dieſen ganzen Apparat läßt er nun ſo eine Mi-nute lang in der Wanne ſtehen, und gießt beſtändig Waſſe[r] darüber, damit das große Maß eben die Temperatur erhalte, welche das Waſſer in der Wanne hat. Endlich ſchiebt e[r] die Null der Skale auf das äußerſte Ende der Waſſerſäul[e] im großen Maße, und gibt acht, wie viele Theile von zwey kleinen Maßen oder von 200 Theilen der Skale übrig geblie-ben ſind.

Luz *) hat an der Einrichtung dieſes Eudiometers kein[e] weſentliche Veränderung vorgenommen, ſondern bloß, wie **Cavallo** gethan hatte, den meſſingenen Waſſerbehälter weg-gelaſſen. Er hängt nämlich, wie **Cavallo**, das Eudiome-ter an einen Haken der Wanne auf. Auch bleibt nach **Luz** Vorſchriften die Skale feſt und unbeweglich, erſtreckt ſich aber über drey Hauptabtheilungen des großen Maßes; eine jede von dieſen Abtheilungen wird aber durch ein hineinge-laſſenes Maß Luft beſonders beſtimmt, und in 100 Theile eingetheilet, ſo daß 300 Unterabtheilungen auf die Skale kommen. Das Verfahren, welches dabey zu beobachten iſt, beſchreibt er ganz genau, und gibt dieſe Bezeichnungsart an:

a. 200, b. 200, c. 204.

d. h. zwey Maß atmosphäriſche Luft und 2 Maß Salpeter-gas nehmen vermiſcht 204 Theile der Skale, oder 2,04 Maß Raum ein. Die Verminderung des Luftvolumens iſt $d = a + b - c$ oder 196 Theile.

Seit-

*) Anweiſung das Eudiometer des Fontana zu verfertigen, und zum Gebrauche bequemer zu machen. Nürnb. u. Leipz. 1784. 8.

Seitdem ſind noch vom Herrn **Wilke** [α]) zwey andere Einrichtungen und vom Herrn **Spàth** [β]) in Altorf eine veränderte Einrichtung des prieſtleyiſchen Eudiometers angegeben worden, welche hier zu beſchreiben zu weitläuftig iſt.

Bey aller nur möglichen Vorſicht, welche man beym Gebrauche des Eudiometers anwendet, iſt es doch wegen verſchiedener beſtändig eintretender Umſtände ganz unmöglich, richtige Reſultate zu erwarten, und der Herr Hofrath **Lichtenberg** [γ]) ſagt ganz richtig, daß es uns nicht ſo wohl an Schriften über das Eudiometer und an Eudiometern fehle, als an einer eigentlichen Eudiometrie. Wegen dieſer Irrthümer, welche durch die Anwendung des Salpetergas ſo leicht vorfallen können, hat man andere Einrichtungen von Eudiometern angegeben, welche aber auf ganz andern Gründen beruhen.

Herr **Scheele** [δ]) nimmt ein Gemenge aus einem Theile fein gepulverten Schwefel mit zwey Theilen ungeroſteten Eiſenfeil, welches mit Waſſer befeuchtet, und in einem verſtopften Glaſe ſchon eine Zeitlang aufbewahret worden iſt. Beym Verſuche wird dieſes Gemiſche in eine Schale gethan, und auf ein Fußgeſtelle geſetzt, das unter einem mit atmosphäriſcher Luft gefüllten, und mit Waſſer geſperrten Glascylinder ſich befindet. Dieß Gemenge wird ſich bald zu erhitzen anfangen, und die Luft im Glascylinder vermindern; iſt nun das Gemenge in gehöriger Quantität da, ſo wird dadurch alle Lebensluft, welche in der atmosphäriſchen Luft enthalten iſt, zerſetzt, und der Ueberreſt iſt Stickgas. Hat man alſo die Luft vorher im Cylinder gehörig abgemeſſen, ſo gibt auch der übrigbleibende Theil das Stickgas an, wie viel die ihm beygemiſcht geweſene Lebensluft betrug. Allein auch

α) Neue ſchwed. Abhandl. B. IV. 1785; auch im gothaiſchen Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. III. St. 4. S. 106 u. f.

β) Grens Journal der Phyſik. B. III. S. 179 u. f.

γ) Erxleben Anfangsgründe der Naturlehre 6te Auflage. S. 212.

δ) *Rozier* journal de phyſique Janv. 1781; deutſch in Leonhardi Ueberſ. von Scheelens chemiſch. Abhandl. von Luft und Feuer. Leipzig 1782. S. 269.

auch bey dieſer Methode bleibt noch ſehr viel unſicheres übrig, indem ſich entzündbares Gas aus dem verwitternden Gemenge entwickeln kann.

Herr Dr. **Ackermann** [α]) that den Vorſchlag, die Salubrität der atmosphäriſchen Luft durch das ſtärkere oder ſchwächere Verbrennen des Weingeiſtes innerhalb einer gegebenen Zeit zu finden. Um die Menge des verbrennenden Weingeiſtes zu erforſchen, gebrauchet er eine ſehr empfindliche Wage mit einem Gradbogen, auf welche er das Gefäß mit dem Weingeiſte vor dem Verſuche ins Gleichgewicht bringet. Herr **Ackermann** hat zwar hierüber ſelbſt keine Verſuche angeſtellet; allein Herr **Scherer** [β]) führet verſchiedene an, welche aber alle unter gleichen Umſtänden ganz verſchieden von einander ausgefallen ſind. Daraus ſchließt Herr **Scherer**, daß in Rückſicht des Weingeiſtes, des veränderlichen Drucks und der Temperatur der Atmosphäre, imgleichen ihrer trockenen und feuchten Beſchaffenheit, ſo viele Schwierigkeiten bey dieſer Methode eintreten, daß man ſich nicht ſicher werde darauf verlaſſen können.

Auch hat man ſich des Verbrennens des Phosphors zu dem Zwecke, die Quantität der Lebensluft in einem beſtimmten Raume von atmosphäriſcher Luft zu finden, bedient. Hierauf hat Herr **Seguin** [γ]) in Verbindung mit **Lavoiſier** ein Eudiometer von dieſer Einrichtung gegründet: es wird eine Röhre von Cryſtallglas von 7 bis 8 Zoll Höhe und etwa 1 Zoll im Durchmeſſer am obern Ende verſchloſſen, hierauf mit Queckſilber gefüllt, und in ein Gefäß mit Queckſilber geſtellt. Durch daſſelbe läßt man ein kleines Stück Phosphor, welches ſpecifiſch leichter als Queckſilber iſt, hinauftreten, und welches vermittelſt einer glühenden Kohle, die

α) Verſuch über die Prüfung der Luftgüte. Leipzig 1791. 8.

β) Bemerkungen über die Prüfung der Luftgüte mittelſt des brennenden Weingeiſtes, in den Sammlungen phyſikaliſcher Aufſätze von einer Geſellſchaft böhmiſcher Naturlehrer, herausg. von Dr. Joh. Mayer. B. II. Dresd. 1792. gr. 8. Nro. 16.

γ) Annales de chymie par M. *Guyton*, *Lavoiſier*, *Monge* etc. Tom. IX. à Paris 1791. 8. p. 293 ſqq.; in Grens Journal der Phyſik. B. VI. S. 148 f.

die man von außen an die gläſerne Röhre, ohne ſie zu berühren, bringt, geſchmolzen wird. Alsdann läßt man kleine Theile von der zu prüfenden Luft, die man vorher in einem graduirten Glaſe ſorgfältig gemeſſen hat, in der Glasröhre in die Höhe ſteigen. Wenn nun genug Phosphor vorhanden iſt, ſo wird die zu prüfende Luft gänzlich zerſetzt; den rückſtändigen Theil der Luft bringt man in ein kleines graduirtes Glas zur Meſſung; der Unterſchied des Volumens vor und nach dem Verſuche wird alsdann die Quantität von Lebensluft anzeigen, welche die beſtimmte Quantität atmoſphäriſcher Luft enthielt. Allein auch gegen dieſe Methode laſſen ſich verſchiedene Zweifel erheben. Nach Herr **Göttlings** Verſuchen nämlich, ſelbſt nach ſeinen allerneueſten (wiewohl er vielen Widerſpruch gefunden hat) leuchtet auch der Phosphor in reinem Stickgas; daher iſt es ſehr wahrſcheinlich, daß ſich nach dieſer Methode außer der Lebensluft auch Stickgas zerſetzt, wodurch der Gehalt an Lebensluft natürlich größer gefunden wird, als ihn die gemeine Luft enthält, indem zugleich der zerſetzte Theil des Stickgas dazu gerechnet wird.

Giobert *) hat ebenfalls ein Eudiometer mit Phosphor beſchrieben, das er zur Unterſuchung der Luft in den Bädern zu Vaudier und in Turin gebrauchte. Der rückſtändige Theil der Luft nach der Verbrennung des Phosphors beſtand aus Stickgas und etwas kohlengeſäuertem Gas; um nun die Menge des letztern zu entdecken, brachte er den rückſtändigen Theil in Berührung mit Kalkwaſſer, und bemerkte die Verminderung desſelben. Auf dieſe Weiſe fand **Giobert** das Verhältniß der Lebensluft, des Stickgas und kohlengeſäuerten Gas zu Turin wie 27, 71, 2, im Bade zu Vaudier wie 25, 72, 3, in einem Käſegewölbe wie 24, 70, 6.

Auch

*) Des eaux ſulphureuſes et thermales de Vaudier. Turin. 1793. 8. p. 64.

Auch Herr **Reboul** *) gründet ein Eudiometer auf das Verbrennen des Phosphors, indem er eine ſehr ſtarke Verwandtſchaft zur Baſis der Lebensluft habe, ſein Verbrennen leicht von Statten gehe und dabey doch kein luftförmiges Produkt liefere. Die Einrichtung des Eudiometers iſt folgende: an das Ende einer gehörig calibrirten Glasröhre, deren Durchmeſſer im Lichten wenigſtens 2½ bis 3 Linien, und welche etwa 5 bis 6 Zoll lang iſt, läßt man eine Kugel blaſen, deren Inhalt etwas größer als zwey Mahl und etwas kleiner als drey Mahl der Inhalt der Röhre iſt. Den ganzen Inhalt dieſes Inſtrumentes theilet man in vier gleiche Theile ein, mißt alsdann die Länge des Theiles an der Röhre, welcher den vierten Theil des ganzem Inhalts begreift, und verzeichnet eine Skale, welche dieſen Raum in 25 Theile theilet. Jeder dieſer Grade iſt folglich $\frac{1}{25}$ des vierten Theil des Inhalts des Inſtrumentes und alſo $\frac{1}{100}$ des ganzen In haltes. Sollte die Graduirung tauſend Theile zeigen, ſ kann man den ganzen Inhalt des Inſtrumentes in 5 gleich Theile theilen, und das eine Fünftel wieder in 100 Grade wo dann ein jeder Grad $\frac{1}{500} = 0{,}002$ vorſtellen wird. Di auf Papier gezeichnete Skale klebt man ganz genau mit etwa arabiſchem Gummi auf das Glas; ſie muß ſich über 25 Grad erſtrecken, braucht aber nicht über 30 Grade des ganzen In haltes zu gehen. In dieſen kleinen graduirten Kolben mu man nun eine beſtimmte Menge von Luft mit einem Stück chen Phosphor hermetiſch verſchließen und darin verbrenne können, ohne daß die mindeſte Luft während des Verbrennens verloren gehe, oder nach dem Verbrennen von außen hin ein treten könne. Zu dieſem Zwecke iſt an das Ende de Halſes dieſes Kölbchens eine eiſerne cylindriſche Röhre, d etwa 2½ Zoll lang iſt, angekittet. An dem einen Ende i ſie mit einer Mutterſchraube verſehen, deren Schraubenga wenigſtens ¼ Linie tief iſt, und erſtreckt ſich etwa 3 Lini hera

*) Déſcription d'un Eudiomètre atmoſphérique in den annales chymie Tom. XIII. p. 38 f. in Grens neuem Journal der Phy B. I. S. 374 f.

herab. Dieſe Oeffnung wird vermittelſt einer ſehr kurzen Schraube verſchloſſen, deren Kopf viereckig und noch mit einigen Scheiben von Leder bedecket iſt. Nach Hrn. Grens Bemerkung iſt es zur Genauigkeit des Werkzeuges nöthig, den Inhalt der eiſernen Röhre, wenn ſie durch die Schraube verſchloſſen iſt, mit in Anſchlag auf die Skale zu bringen; man müßte denn den Inbegriff des zum Verbrennen angewandten Phosphors dafür annehmen können. (fig. 48.) a b iſt das Kölbchen oder das Eudiometer, woran das cylindriſche hohle Eiſenſtück a gekittet iſt; d iſt die kleine Schraube mit dem viereckigen Kopfe, die das Loch a des eiſernen Cylinders verſchließt. Um dieſe Schraube in die Mündung feſt zu zwängen, dient der Schlüſſel e, deſſen beyde Arme in zwey correſpondirende Einſchnitte i, i greifen, die in den obern Theil der eiſernen Röhre mit der Feile gemacht ſind. Hat man nämlich das Ende der Schraube in die Oeffnung des Cylinders gebracht, ſo ſtellt man den viereckigen Kopf desſelben in ein paſſendes Loch, worin ſie ſich nicht drehen kann, und drehet hierauf mittelſt des Schlüſſels e den eiſernen Cylinder, worum das Inſtrument eingekittet iſt, ſo lange, bis das dazwiſchen liegende Leder ſich nicht weiter zuſammen drücken läßt. Das Eudiometer wird dadurch ſo vollkommen geſchloſſen, als ob es hermetiſch verſiegelt wäre. Wenn man nun vor dem Verſchließen ein Stückchen Phosphor hineingebracht hat, ſo iſt zur Hervorbringung des Verbrennens und der Abſorption der Lebensluft nichts weiter nöthig, als daß man die Kugel des Kolbens über eine Lichtflamme hält. Der Phosphor entzündet ſich plötzlich; die durch die Hitze ausgedehnte Luft ſucht zu entweichen; ſie wird aber durch den brennenden Phosphor bald verſchluckt, verliert ihre Elaſticität, und dieſer Antheil von verſchluckter Luft wird auf weniger als 0,001 ihres Volumens zurückgebracht. Um dieſe Abſorption vollſtändig zu machen, muß man die Kugel drey bis vier Mahl über die Lichtflamme halten, damit die Hitze den Phosphor unterſtütze und ſich der geringen Luftmenge bemächtige, die dem erſten Verbrennen entgangen ſeyn konnte. Uebri-

gens ſieht man leicht ein, daß man bey jedem Verſuche eine überflüſſige Doſis Phosphor anwenden muß. Um die Quantität der Lebensluft zu beſtimmen, die in jedem Verſuche verſchluckt wird, fehlet weiter nichts, als das Eudiometer zu öffnen, während ſeine Mündung in irgend einer Flüſſigkeit ſtehet, die in den Hals aufſteigen und den Raum der vom Phosphor verſchluckten Luft erſetzen könne. Herr **Reboul** ziehet jeder andern Flüſſigkeit das Queckſilber vor, und bedienet ſich eines cylindriſchen Gefäßes oder Etui's von dichtem Holze, das bis zu einer Tiefe von etwa 5 Zoll eine viereckige Höhlung hat, worin der viereckige Kopf der Schraube ohne merkliches Reiben gut paßt. Dieſe viereckige Höhlung wird beynahe ganz mit Queckſilber angefüllt, und darauf das Ende des Eudiometers hineingeſtellet, nachdem das Verbrennen völlig vorüber und alles wieder abgekühlet iſt. Vermittelſt des Schlüſſels e kann man die Schraube leicht los machen. Das Queckſilber tritt nun ſogleich in der Röhre in die Höhe. Man muß dann das Eudiometer in das Queckſilbergefäß tiefer einſenken, und Sorge tragen, daß die Flüſſigkeit in der Röhre in einerley wagrechten Ebene ſtehe. Die Skale zeigt nun zugleich die Menge der verſchluckten Lebensluft an, indem dieſe Menge genau durch das Volumen des Queckſilbers, das in den Kolben getreten iſt, angegeben wird. Zuletzt führet Herr **Reboul** an, daß er dieſes Inſtrument in ſeiner Conſtruktion noch einfacher und zur Unterſuchung aller luftförmigen Flüſſigkeiten, welche einen Antheil von Lebensluft enthalten, anwendbar zu machen geſucht habe. Man blaſe nämlich eine Kugel an eine ganz kurze aber weitere Glasröhre, läßt die Skale ganz weg, und erfährt die Quantität der zerſetzten Lebensluft durch das Abwiegen des in das Eudiometer getretenen Queckſilbers.

Der Bürger **Guyton Morveau** *) hat noch ein neueres Eudiometer angegeben, welches ſich auf die Eigenſchaften des Schwefelgewächsalkali (ſulfure de potaſſe) gründet. Dieſe Materie ſchien ihm ein richtigeres Reſultat zu geben, als das

*) Grens neues Journal der Phyſik. B. III. S. 318.

das Salpetergas, Waſſerſtoffgas, der Phosphor oder das Gemenge von Schwefel und Eiſen, welche Materien zu dieſem Zwecke bisher allein wären vorgeſchlagen worden. Die Einrichtung dieſes Eudiometers iſt folgende: man nimmt eine kleine gläſerne Retorte (fig. 49.) a b, welche etwa 12 bis 15 Centiliters faßt, und ſieht dahin, daß ſie gehörig gekrümmt ſey, damit, wenn der Hals vertikal ſtehet, die Höhlung des untern Theils des Bauches die daſelbſt liegenden Materien gehörig zurückhalte. Das Ende b des Halſes dieſer Retorte muß matt geſchliffen ſeyn, um in eine gläſerne Röhre c d von 20 bis 25 Centimeters Länge genau und luftdicht einzupaſſen. Auch braucht man ein cylindriſches Gefäß, worin man die Gasröhre ganz untertauchen kann. Hierauf verfertiget man ſich Schwefelgewächsalkali (Schwefelleber aus Gewächsalkali), welches man in gehörig kleine Stücken zerbricht, damit ſie in die Retorte gebracht werden können. Will man nun mit einer luftförmigen Flüſſigkeit Verſuche machen, um die dabey befindliche reſpirable Luft abzuſcheiden und zu ſchätzen, ſo bringt man zwey oder drey Stücke Schwefelleber von der Größe einer Erbſe in die Retorte, füllt ſie mit Waſſer voll, wobey man durch gehörige Neigung derſelben alle Luft aus dem Bauche derſelben wegſchafft, hält ihre Mündung mit dem Finger zu und bringt ſie dann auf das Geſimſe der pnevmatiſchen Wanne, um nach der gewöhnlichen Art das zu prüfende Gas hinaufzulaſſen. Wenn man hierbey die Retorte wiederum gehörig und wechſelſeitig nach verſchiedenen Richtungen neigt, ſo gelangt man leicht dahin, alles Waſſer aus derſelben zu ſchaffen, ſo daß bloß die Schwefelleber in dem Bauche bleibt. Iſt dieß geſchehen, ſo hält man den Retortenhals vertikal, ſetzt ſein geſchmirgeltes Ende in die Glasröhre, die man unter der Waſſerfläche hält, und nähert eine brennende Kerze der untern Fläche des Bauches der Retorte. Der erſte Eindruck der Hitze dilatirt das Gas, ſo daß es in die Röhre c d hinabſteigt, die eben darum da iſt, um es aufzunehmen, und zu verhindern, daß nicht ein Theil davon verloren gehe, welches

dann nicht verſtatten würde, die Verminderung des Gas mit Genauigkeit zu beſtimmen. So bald aber die Schwefelleber anfängt aufzuwallen, ſo ſteigt das Waſſer wieder mit Schnelligkeit in die Höhe, und zwar nicht bloß in der untern Röhre, ſondern bis in den Hals der Retorte, ungeachtet der noch fortdauernden Anbringung oder Vermehrung der Wärme von außen; und wenn die Retorte Lebensluft enthält, ſo iſt die Abſorption total. Wenn es atmoſphäriſche Luft iſt, ſo mißt man nach dem Erkalten die Quantität des Waſſers, das in die Retorte getreten iſt, welche genau die Quantität des abſorbirenden Gas angibt. Man muß aber nicht unterlaſſen, das Rückſtändige bey demſelben Drucke zu ſperren, dadurch, daß man die Retorte bis zum Anfang des Gas eintaucht, ehe man die Oeffnung zuſtopft. Die Operation des Meſſens, welche mit graduirten Meſſingsgefäßen ſehr leicht vollbracht wird, kann auch vermittelſt einer auf Papier geſchriebenen überfirnißten Skale, die längs dem Halſe der Retorte aufgeklebt und gehörig durch Ausmeſſung beſtimmt worden iſt, verrichtet werden.

M. ſ. Abhandlung über die Eigenſchaften der Luft, und der übrigen beſtändig elaſtiſchen Materien von **Tiberius Cavallo** a. d. Engl. überſ. Leipzig 1783. *Erici Viborg* tentamen Eudiometriae perfectioris in publ. Acad. Reg. ſociet. Havnienſis conventu d. 25. April. 1783. praemio coronatum. Havniae 1784. 8. mit Kupfern. Geſchichte der Luftgüte-prüfungslehre für Aerzte und Naturfreunde kritiſch bearbeitet von **J. And. Scherer.** Wien 1785. 8. 2 Theile.

Expanſible Flüſſigkeiten, ausdehnbare, elaſtiſche Flüſſigkeiten (fluida expanſibilia, elaſtica, fluides expanſibles, élaſtiques) heißen diejenigen flüſſigen Materien, welche ſich in einem jeden Raume, in welchem ſie ſich befinden, nach allen Seiten hin ausbreiten oder auszubreiten ſtreben. Es iſt bereits unter dem Artikel **Elaſticität** angeführet worden, daß dieſe ihrer Natur nach ſo wohl attraktiv als expanſiv ſeyn kann. Die Erfahrung lehret, daß

vorzüg-

vorzüglich bey flüſſigen Materien die expanſive Elaſticität Statt findet, ob man ſie gleich unmöglich bey feſten Körpern ausſchließen kann; es bleibt aber in jedem beſondern Falle ſchwer zu entſcheiden, ob die expanſive Elaſticität urſprünglich, oder abgeleitet ſey. Daher muß es nothwendig verſchiedene Materien geben, bey denen die Grade der Expanſion gar ſehr verſchieden ſind, indem ſich ſehr viele erſt durch die Einwirkung einer andern expanſiven Materie als merklich expanſiv zeigen. Ob nun gleich nach der dynamiſchen Lehrart alle Materie urſprüngliche Expanſion beſitzet, ſo trifft man ſie doch vorzüglich bey einigen Materien in einem ſehr hohen Grade an, und in dieſer Rückſicht kann man gar wohl die Flüſſigkeiten in tropfbare und in expanſible Flüſſigkeiten eintheilen, ob man gleich dieſen letzten Flüſſigkeiten, eben weil ſie flüſſig ſind, die kugelförmige Geſtalt in ihren kleinen Theilen nicht abſprechen kann, nur ſind unſere Sinneswerkzeuge zu unvollkommen, diese Geſtalt an ihnen wahrzunehmen. Es iſt daher der Tadel des Herrn **Hube** α), den er an der Eintheilung der flüſſigen Materien in tropfbare und expanſible Flüſſigkeiten ausſetzet, nicht ganz ungegründet, wie Herr **Gehler** β) glaubt; nur muß man alles nach dem dynamiſchen und nicht nach dem atomiſtiſchen Syſtem beurtheilen.

So wenig es aber vollkommen elaſtiſche und unvollkommen elaſtiſche Materien gibt, und gleichwohl dieſe Eintheilung beym wiſſenſchaftlichen Vortrage ihren großen Nutzen hat, eben ſo kann auch die Eintheilung wegen der beyden äußerſten Grade der Expanſionen in tropfbare und expanſible Flüſſigkeiten gar wohl an ſich beſtehen.

Herr **de Lüc** γ) hat ſich von den expanſiblen Flüſſigkeiten folgende Theorie entworfen: nach ihm heißen **ausdehnbare Flüſſigkeiten** diejenigen, die man gewöhnlich

α) Vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. I. 1792. Vorrede S. XIII.
β) Phyſikaliſches Wörterbuch. Th. V. S. 378.
γ) Neue Ideen über die Meteorologie an verſchiedenen Stellen.

elaſtiſche oder expanſible Flüſſigkeiten nennt. Er ſiehet die Flüſſigkeit jederzeit als aus diskreten Flüſſigkeiten zuſammengeſetzet an, welche fähig ſind, ſich in jedem freyen Raume auszudehnen, wenn ſie nicht einer andern Urſache, als ihrer Ausdehnbarkeit gehorchen.

Die Ausdehnbarkeit rühret von der Bewegung ihrer Theilchen her, und der Druck, welchen ſie ausüben, von dem Stoße derſelben entweder gegen die Theilchen anderer Körper oder gegen einander ſelbſt. Bisweilen aber verlieren ſie durch dieſe Stöße entweder alle ihre Bewegung oder doch weniger oder mehr von ihrer Geſchwindigkeit. Es müſſen folglich die Stöße von deſto größerer Wirkſamkeit ſeyn, je größer der Raum iſt, den die Theilchen ſeit ihren letzten Stößen durchlaufen haben.

Statt der wechſelſeitigen Zurückſtoßung der Theile, welche einige Phyſiker, die ſie gleichfalls als diskret betrachten, für die Urſache ihrer Ausdehnbarkeit halten, gebrauchet Herr **de Lüc** lieber die Ausdrücke: **erhaltene** und **erneuerte** Bewegung der Theilchen; **erhaltene**, wenn ſie in ihrer Bewegung nichts aufhält; **erneuerte**, wenn ſie dieſe, es ſey durch Stöße, oder indem ſie in die Zuſammenſetzung anderer Subſtanzen eingehen, verloren haben.

Dieſem gemäß ſetzt er das Licht unter die ausdehnbaren Flüſſigkeiten, weil es dieſer Erklärung völlig entſpricht, indem ſeine Theilchen diskret ſind, und ihre Zerſtreuung in jedem freyen Raume von ihrer Bewegung herrühret.

Den Theilchen verſchiedener ausdehnbarer Flüſſigkeiten eignet er auch Bewegungen von verſchiedener Art zu, und verſteht darunter, daß ihre progreſſive Bewegung nach den Wegen, die von der geraden Linie auf verſchiedene Weiſe abweichen, geſchieht. Dieſe Unterſchiede machen einen weſentlichen Theil von den unterſcheidenden Kennzeichen der verſchiedenen Flüſſigkeiten aus. Herr **de Lüc** ſetzt noch hinzu, daß dieß nicht einfache hypothetiſche Geſetze ſind, indem es ſeinen Grund in den Phänomenen habe, auch finde

jede von dieſen verſchiedenen Bewegungen ihre mechaniſchen Urſachen in dem Syſtem des Herrn le Sage.

Alle ausdehnbare Flüſſigkeiten, welche unſern Verſuchen unterworfen ſind, das Licht ausgenommen, haben ein unmittelbares fortleitendes Fluidum (fluide déférent), und eine oder mehrere bloß ſchwere Subſtanzen (ſubſtance purement graue). Das erſtere iſt das, was expanſibel macht, und vielleicht ſelbſt wieder zuſammengeſetzet. So iſt z. B. bey den Waſſerdämpfen der Wärmeſtoff das fortleitende Fluidum, der Wärmeſtoff ſelbſt aber aus einer eigenen Baſis und dem Lichte, als fortleitendem Fluidum, zuſammengeſetzet.

Atmosphäriſche Flüſſigkeiten nennt Herr de Lüc diejenigen, bey denen die Geſchwindigkeit ihres Falles zur Erde ein merkliches Verhältniß hat mit der Geſchwindigkeit ihrer eigenen Bewegung. Aus dieſer Urſache bleiben ſie an der Erde und bilden ihre Atmosphäre. Diejenigen von dieſen Flüſſigkeiten, welche weder durch das Queckſilber noch durch das Glas dringen, und daher die Barometerſäule nur von außen drucken, ſind die groben atmosphäriſchen Flüſſigkeiten; ſie bilden das bekannte Gewicht der Säulen der Atmosphäre, und können ſogar gewogen werden. Es gibt aber noch andere weit zartere atmosphäriſche Flüſſigkeiten, ſo wie z. B. das Feuer und die elektriſche Materie, deren Gewicht uns noch nicht bekannt iſt, theils weil ſie wegen ihrer Feinheit unſern Wagen entgehen, und theils weil ſie noch durch andere in ihnen ſelbſt liegende Urſachen verhüllt oder verborgen werden.

Unter dieſen ausdehnbaren Flüſſigkeiten gibt es eine gewiſſe Claſſe, bey welcher die ſchwere Subſtanz mit dem fortleitenden Fluidum nur ſchwach gebunden iſt, mithin beyde durch bloßen Druck getrennet werden können, ſo wie ſelbſt das fortleitende Fluidum durch ſein bloßes Beſtreben nach Gleichgewicht dieſe ſchwere Subſtanz verlaſſen kann. Bey dieſen iſt auch ſelbſt die ausdehnende Kraft verhältnißmäßig deſto größer, je mehr fortleitendes Fluidum mit ihnen

zuſammentritt. In dieſe Claſſe gehören die Dämpfe oder Dünſte. M. ſ. **Dämpfe**.

Eine Aehnlichkeit mit den Dünſten zeigen die feinen Flüſſigkeiten, als Feuer und das elektriſche Fluidum. Bey dieſen ſind ebenfalls das fortleitende Fluidum und die ſchwere Subſtanz ſchwach unter einander verbunden, daher ſie auch durch Druck und Beſtreben nach Gleichgewicht zerſetzet werden. Auch wird ihre ausdehnende Kraft durch eine größere Menge fortleitenden Fluidums größer. M. ſ. **Elektricität, Feuer**.

Noch gibt es unter den gröbern Flüſſigkeiten eine Claſſe, bey welcher das fortleitende Fluidum mit der ſchweren Subſtanz genauer verbunden ſind, und daher nicht mehr durch bloßen Druck oder durch Beſtreben nach Gleichgewicht zerſetzet werden, ſondern ſich nur durch chemiſche Mittel trennen laſſen. Dieſe heißen permanent-elaſtiſche oder luftförmige Flüſſigkeiten, Luftgattungen. Aller Wahrſcheinlichkeit nach erhalten ſie ihre Permanenz durchs Hinzukommen einer dritten Subſtanz, woraus es alsdann begreiflich wird, wie ſich die gröbern Dünſte in Luft verwandeln können.

Man ſieht leicht ein, daß ſich dieſe Theorie ganz auf willkürliche Hypotheſen ſtützt, die auf keine Weiſe durch irgend eine Erfahrung bewieſen werden können. Man muß ſie alſo als ganz unſtatthaft verwerfen, ob es gleich nicht zu läugnen iſt, daß manche unerwartete Aufſchlüſſe aus ihnen hergeleitet werden; allein bey genauerer Betrachtung erhellet ganz deutlich, daß ſie den Thatſachen ſelbſt ſchon angepaßt ſind.

Ueberhaupt iſt die atomiſtiſche Lehrart nicht vermögend, nur irgend einen Grund von der Expanſibilität der flüſſigen Materien anzugeben. Daher auch ſchon Herr **Gren** in ſeiner zweyten Ausgabe ſeiner Naturlehre eine eigene von Natur in der Materie vorhandene Expanſivkraft oder Dehnkraft annahm, und ſie als Grundkraft betrachtete, ob dieſe gleich keinesweges mit dem atomiſtiſchen Syſtem vereinbar ſeyn konnte. Nachdem er aber der dynamiſchen Lehrart beygetreten

getreten iſt, hat er ſich von den expanſiblen oder eigentlich elaſtiſchen Flüſſigkeiten folgende Vorſtellung gemacht *). Nach ſeiner Theorie zeigen dieſe ganz und gar keinen den Sinnen bemerkbaren Zuſammenhang ihrer Theile, und die anziehende Kraft ihrer Theile iſt durch die ſtärker wirkende abſtoßende Kraft derſelben ganz aufgehoben. Sie müßten vermöge dieſer überwiegenden expanſiven Kraft nach allen Seiten hin ohne Grenzen ſich verbreiten, wenn nicht Schwerkraft eigener Theile oder überwiegende Anziehungskraft fremder Stoffe dagegen dieß verhinderte, und ſo ihrer Expanſion Grenzen ſetzte. Er theilet die elaſtiſchen Flüſſigkeiten ein in **an ſich expanſible** und **durch Mittheilung oder Ableitung expanſible.** Die erſtern, wie der Wärmeſtoff, beſitzen ihre expanſive Elaſticität urſprünglich, wenigſtens kennten wir bey dem Wärmeſtoffe keine Subſtanz, und unſere Sinne zeigten uns auch keine, von der wir ſeine überwiegende Expanſivkraft ableiten könnten. Die Luftarten und Dämpfe hingegen beſäßen eine abgeleitete Expanſibilität, und verdankten dieſelbe dem Wärmeſtoffe. Er unterſcheidet ferner **rein expanſible** und **ſchwere expanſible Flüſſigkeiten.** Bey den erſten, wie bey dem Wärmeſtoffe und Lichte, folgen die Theile in ihrer Bewegung außer der Expanſivkraft, ſie ſey urſprünglich oder abgeleitet, keiner andern Grundkraft, und ſie verbreiten ſich von dem Orte aus, wo die abſtoßende Kraft ihrer Materie thätig zu werden anfängt, nach allen Richtungen zu mit gleicher Leichtigkeit, und nur die ihrer Expanſivkraft entgegen wirkende Anziehung anderer Grundſtoffe kann der Verbreitung derſelben ins Unendliche Grenzen ſetzen. Dieſe rein elaſtiſchen Flüſſigkeiten heißen auch **ſtrahlende.** Zur leichtern geometriſchen Conſtruktion der Begriffe bey der Erklärung der Erſcheinungen der rein expanſiblen Flüſſigkeiten ſey es zwar erlaubt, ſich die Verbreitung derſelben in Strahlen, und als diskreter Theilchen in geraden Linien vorzuſtellen; aber in der Wirklichkeit ſey dieſe atomiſtiſche Vorſtellungsart durch nichts zu erweiſen. Vielmehr erfüllten ſie, wie

*) Grundriß der Naturlehre. Dritte Auflage 1797. 8. §. 131 f.

wie alle Materien, auch bey der größten Dünne, ihren Raum mit Continuität. Die ſchweren expanſiblen Flüſſigkeiten, wie die Luftarten und Dämpfe, beſitzen alle eine abgeleitete expanſive Elaſticität.

Allein dieſe Theorie des Herrn **Gren** befriedigt mich ebenfalls nicht. Die Eintheilungen, welche Herr **Gren** von den expanſiblen Flüſſigkeiten gegeben hat, ſcheinen mit ſich ſelbſt nicht beſtehen zu können, und ſelbſt der Natur nicht gemäß zu ſeyn. Meiner Meinung nach hat es hiermit folgende Beſchaffenheit: nach der dynamiſchen Lehre läßt ſich keine Materie ohne abſtoßende und anziehende Kraft gedenken; bey der Vorſtellung der Materie alſo muß nothwendig anziehende und zurückſtoßende Kraft zugleich gedacht werden. Daher iſt alle Materie expanſiv, und der Unterſchied der größern und geringern Expanſion liegt nicht in der Mittheilung, ſondern bloß in dem unendlich verſchiedenen Grade der Expanſivkraft; hiermit wird aber keinesweges geläugnet, daß die Expanſion durch die Einwirkung einer andern größern expanſiven Kraft mehr Leben oder Wirkſamkeit erhalten könne, und in dieſer Rückſicht als abgeleitet betrachtet werden müſſe. Es würde aber offenbar zu irrigen Begriffen führen, wenn man mit Herrn **Gren** die expanſibeln Flüſſigkeiten in an ſich expanſible und durch Mittheilung oder Ableitung expanſible eintheilen wollte, indem hieraus nothwendig folgen müßte, daß es Materien gebe, welche gar keine Expanſivkraft beſäßen, ſondern dieſe erſt durch Mittheilung von andern Materien erhielten, welches ſelbſt den erſten Grundſätzen des Herrn **Gren** entgegen wäre, da er ſelbſt weſentliche Zurückſtoßung aller Materie annimmt. Ueberhaupt iſt es auch nach richtigen Principien unmöglich, einer Materie Expanſion mitzutheilen, wenn ſie dieſe nicht ſchon urſprünglich hat. M. ſ. **Mittheilung der Bewegung.** Es iſt alſo irrig, wenn Herr **Gren** ſagt, daß die Luftarten und Dämpfe ihre Expanſibilität allein dem Wärmeſtoffe zu verdanken hätten; es haben jene nur in ſo fern dem Wärmeſtoffe ihre Expanſibilität zu verdanken, in ſo fern ihre urſprüngliche Expanſibilität dadurch mehr Wirk-

ſamkeit

ſamkeit erlangt, und in ſo fern iſt ſie nun auch abgeleitet. Es iſt aber auch ferner ohne Anziehungskraft keine Materie möglich, weil ſie ſich durch Abſtoßung ihrer Theile allein ins Unendliche zerſtreuen, und in einem anzugebenden Raume gar nicht anzutreffen ſeyn würde, wofern nicht Anziehungskraft derſelben Schranken ſetzet. Wenn alſo nach Herrn Grens Meinung die rein expanſible Flüſſigkeit der Expanſivkraft allein folgte, ſo würden wir nirgends eine ſolche Flüſſigkeit antreffen können, wofern nicht eine Anziehungskraft entgegen wirkte. Wir würden daher unmöglich Wärmeſtoff und Licht ſammeln, vermehren und vermindern können, welches doch alles der Erfahrung völlig entſpricht, wenn jene Stoffe allein der Expanſivkraft folgten. Zwar ſagt Herr Gren, daß die Anziehung anderer Materie der Verbreitung der rein expanſiblen Flüſſigkeiten ins Unendliche Schranken ſetze; allein es iſt auch dieß unmöglich, wenn nicht die Materie urſprüngliche Anziehung hat, um die größere mit der geringern vergleichen zu können. Die Eintheilung der rein expanſibeln und ſchweren expanſibeln Flüſſigkeiten gründet ſich auf die irrige Vorſtellung, die ſich Herr Gren von der Schwerkraft gemacht hat. Es würden alle Materien mithin auch alle Körper von unſerer Erde entfliehen, wenn dieſe nicht die weit größere anziehende Kraft unſerer Erdmaſſe an die Erde feſſelte. Es iſt ein Körper nur in ſo fern ſchwer, als er von der größern anziehenden Kraft der Erde gegen dieſelbe getrieben wird, welche ihn alſo mit gleichförmig beſchleunigter Geſchwindigkeit anziehet. Selbſt der Wärmeſtoff iſt von dem Zuge der Erde nicht ausgenommen, und muß auch in ſo fern gegen die Erde ſchwer ſeyn. Würde der Wärmeſtoff und das Licht von der Erde nicht angezogen, mithin jene Stoffe gegen dieſe nicht ſchwer ſeyn, ſo würden ſie von uns entfliehen, und es wäre uns folglich unmöglich, dieſe Stoffe auf unſerer Erde zu ſammeln. Daß wir ihre Schwere nicht bemerken, davon kann der Grund in verſchiedenen Umſtänden liegen; es können nämlich unſere Werkzeuge und alle anzuwendende Mittel viel zu grob ſeyn, ihre Schwere zu bemerken, oder auch, welches

mir noch wahrſcheinlicher iſt, ſie können gegen alle mit Materie ausgefüllte Räume im ganzen Weltraume gleich ſtark angezogen werden; hieraus ließe ſich alsdann leicht begreifen, daß dieſe Stoffe vermöge ihrer urſprünglichen Expanſion nach allen Richtungen hin mit gleicher Leichtigkeit ſich bewegen könnten. M. ſ. **Schwere.**

M. ſ. Ideen über die Meteorologie von **de Lüc** aus dem Franz. überſ. Berlin und Stettin 1787. 2 Theile 8. **W. A. E. Lampadius** kurze Darſtellung der vorzüglichſten Theorien des Feuers ꝛc. Göttingen 1793. 8. S. 51 u. f. Grundriß der Naturlehre von **F. A. C. Gren.** Halle 1797. 8. §. 131 f.

Expanſivkraft ſ. **expanſible Flüſſigkeiten, Kraft, zurückſtoßende.**

Experiment ſ. **Verſuch.**

Experimentalphyſik (phyſica experimentalis, phyſique expérimentale). Unter dieſem Ausdrucke verſteht man einen Theil der Naturlehre, welcher ſich bloß damit beſchäftiget, die Eigenſchaften und Wirkungen der ſinnlichen Körper durch Erfahrungen und insbeſondere durch Verſuche zu erweiſen. Da die geſammte Naturlehre aus Datis der Erfahrungen hergeleitet werden muß, dieſe aber für ſich betrachtet gar keinen Nutzen gewähren könnten, wenn wir ſie nicht zur Unterſuchung der Eigenſchaften und der davon abhängenden Wirkungen der körperlichen Dinge anwendeten, ſo ſieht man leicht, daß Verſuche unter mancherley abgeänderten Umſtänden zur Erforſchung der Eigenſchaften der Körper ungemein viel beytragen können, wenn ſie mit aller möglichen Vorſicht in dieſer Abſicht ſind angeſtellet worden. Ueberhaupt gibt es in der Naturlehre nur einen kleinen Theil, welcher auf den Nahmen einer eigenen Wiſſenſchaft Anſpruch machen kann; dieſer iſt nämlich derjenige, wo Mathematik angewendet wird. Dieſer Theil muß aus dem Begriffe der Materie überhaupt hergeleitet werden, vor der Experimentalphyſik vorhergehen, und dieſer nicht nur nicht widerſprechen, ſondern ſie vielmehr aufs kräftigſte unterſtützen;

und dieſer iſt der eigentliche theoretiſche Theil. Alle übrige Schlüſſe, die aus den Erfahrungen, alſo aus Beobachtungen und Verſuchen hergeleitet werden, müſſen nothwendig mit dieſen unzertrennlich verbunden bleiben, und es iſt ganz zweckwidrig, dieſe Schlüſſe bey der Vorausſetzung der aus Erfahrungen abgeleiteten Reſultate, in einem gewiſſen Zuſammenhange unter dem Nahmen der dogmatiſchen Phyſik beſonders vorzutragen, und hinwiederum die Verſuche allein ohne daraus zu ziehende Schlüſſe auf die Natur der Körper unter dem Nahmen der Experimentalphyſik abzuhandeln. Jenes würde ein bloß leeres Raiſonnement und dieſes ein bloßes Spiel ohne allen Nutzen ſeyn; beydes zuſammen verdient eigentlich den Nahmen Experimentalphyſik.

Einige unſerer Vorgänger begingen daher einen Fehler, die ſo genannte theoretiſche Phyſik nach vorhin angegebener Bedeutung abzuſondern. Der erſte, welcher dieſes that, war **Joh. Chriſt. Sturm**, Prof. der Mathematik zu Altorf, welcher die Experimentalphyſik unter dem Titel: collegium experimentale ſ. curioſum. Norimb. 1676. Tomi II. 4. und die theoretiſche Phyſik unter dem Titel: phyſica electiua ſ. hypothetica. Norimb. 1697. Tomi II. 4. herausgab. Schon unter einer etwas andern Geſtalt folgte dieſem Beyſpiele **Wolff**, und entwarf eine Experimentalphyſik unter dem Titel: nützliche Verſuche zu genauer Kenntniß der Natur und Kunſt. Halle 1721 bis 1723. III Theile 8. aus welcher er nachher ſeine beyden andern mehr theoretiſchen phyſikaliſchen Werke: vernünftige Gedanken von den Wirkungen der Natur. Halle 1723. 8. und vernünftige Gedanken von den Abſichten der natürlichen Dinge. Halle 1724. 8. entlehnte. Auch der Herr Prof. **Titius** in Wittenberg trennte die beyden Theile der Phyſik von einander und gab ſie unter dem Titel: phyſicae dogmaticae elementa. Viteb. 1774. 8. phyſicae experimentalis elementa. Lipſ. 1782. 8. heraus. Von den übrigen Lehrbüchern der Phyſik unter dem Artikel **Phyſik**.

Explo-

Exploſion (explosio, exploſion) iſt eine heftige und plötzliche Ausdehnung elaſtiſcher Flüſſigkeiten, welche gewöhnlich mit einem Knall begleitet iſt, und nach allen Richtungen hin wirkt.

Wenn z. B. Pulver entzündet wird, ſo fängt der Schwefel, als Beſtandtheil des Pulvers, Feuer, und macht die Kohlen glühend, aus welchen ſogleich brennbares Gas entbunden wird; auch erhitzen dieſe glühenden Kohlen die Salpetertheile des Pulvers, und entwickeln daraus Sauerſtoffgas; dieſe beyden Luftarten entzünden ſich in dem Augenblicke ihrer Entſtehung durch eben das Feuer, das ſie entwickelt hatte; der durch die Entzündung dieſer Theilchen verurſachte Ausbruch der Luftarten wirft mit aller Gewalt und nach allen Seiten die glühenden Theilchen unter einander. Die Entwickelung einer außerordentlichen Menge dieſer Luftarten, und ihre Entzündung verbreitet ſich ſehr ſchnell durch die ganze Maſſe. Der Ausbruch und auch der Knall iſt in dem Verhältniſſe ſtark, als die Menge des Pulvers, hiermit auch die Menge der auf ein Mahl entwickelten Luftarten, und der zu überwindende Widerſtand ſtark iſt. Es geſchieht alſo bey dem Schießpulver Entbindung, Vermiſchung und Anzünden in eben dem Augenblicke, und eben dieſe augenblickliche Erzeugung einer ſo erſtaunlichen Menge elaſtiſcher Luftarten verurſacht die Exploſion des Schießpulvers. Daß das Pulver nicht merklich knallt, wenn es frey zerſtreuet liegt und angezündet wird, rührt daher, weil die Pulverkörner zu weit aus einander liegen, als daß ſie ſich zugleich entzünden könnten, und weil die entbundene Luft keinen Widerſtand findet, ſich überall auszubreiten. Auf den Exploſionen des Schießpulvers beruhen die heftigſten Wirkungen der Schießgewehre, der Bomben, Minen u. d. g. Eben ſo werden auch bey dem ſo genannten Knallgolde, Knallſilber u. d. g. eine Menge elaſtiſcher Materien ſchnell entwickelt, welche ſich gewaltſam nach allen Seiten auszudehnen ſtreben, und eben daher mit der größten Gewalt die Körper zerſprengen, in welche ſie eingeſchloſſen ſind.

Wenn Luft ſtark comprimiret wird, wie z. B. in einer Windbüchſe, ſo verurſachet ſie eine Exploſion, wenn ſie an irgend einer Stelle durchbrechen kann; ja ſie zerſprengt ſehr oft das Gefäß, worin man ſie comprimiret hat, wenn es der ausdehnenden Kraft der comprimirten Luft nicht genugſam widerſtehen kann; wie z. B. dieß oft bey den Compreſſionsmaſchinen erfolget.

Aus dem Artikel **Dämpfe** iſt ſchon bekannt, welche erſtaunenswürdige Wirkungen eingeſchloſſene Dämpfe ausrichten können. Oftmahls iſt der Widerſtand des Gefäßes, in welchem ſich die Dämpfe befinden, gegen die Gewalt der Dämpfe zu gering, und in einem ſolchen Falle zerſprengen ſie ſelbiges mit einer außerordentlich ſtarken Exploſion.

Wenn geladene elektriſche Körper durch eine leitende Verbindung beyder Belegungen entladen wird, und ein elektriſcher Funke mit einem Schlage entſtehet, ſo werden an denjenigen Stellen, wo der elektriſche Strom die Luft durchbrechen, oder durch Nichtleiter gehen muß, welcher ihm nicht genugſamen Widerſtand entgegen ſetzen kann, oder der Leiter kann den ganzen Strom nicht faſſen, Exploſionen entſtehen. Auf eben dieſe Art verurſachet der Blitz, welcher in ſeiner Leitung ſchlechtleitende Körper oder Nichtleiter antrifft, außerordentlich ſtarke Exploſionen, welche alsdann gewöhnlich mit ſtarken Verwüſtungen verbunden ſind. M. ſ. **Blitz.**

F.

Fadendreyeck ſ. **Culmination.**

Fadenkreuz im Fernrohre ſ. **Fernrohr.**

Fadenmikrometer ſ. **Mikrometer.**

Fällung, Fällungsmittel ſ. **Niederſchlag.**

Fäulniß (putredo, putrefactio, putréfaction) iſt der letzte Grad der Gährung aller organiſchen Körper, bey welcher die gänzliche Zerſtörung aller ihrer Theile Statt findet. M. ſ. Gährung.

Die Erſcheinungen der Fäulniß ſind ſo ſehr verſchieden und mannigfaltig, theils nach den Subſtanzen ſelbſt, theils nach

nach den vorausgeſetzten Bedingungen, unter welchen die Fäulniß nur erfolgen kann, daß man mehrere Arten der Veränderungen, welche hierbey Statt finden, nothwendig unterſcheiden muß. Eben daher kam es auch, da man ſonſt die verſchiedenen Arten von Miſchungsveränderungen nicht gehörig unterſchied, daß man ungeachtet aller Bemühungen und Beobachtungen eines **Becher** [α], **Hales** [β], **Stahl** [γ], **Boerhaave** [δ], **Pringle** [ε], **Macbride** [ζ], **Gabler** [η], **Baumé** [θ] und anderer nicht ein Mahl eine ganz richtige Erklärung von der Fäulniß geben, geſchweige denn eine richtige Theorie von dieſer großen Naturoperation entwerfen konnte. Herr **Gren** [ι] hat zuerſt die Umſtände aus einander zu ſetzen geſuchet, um etwas Befriedigendes von der Fäulniß ſagen zu können.

Die vorhergehende Wein- und Eſſiggährung iſt keinesweges als nothwendige Bedingung der organiſchen Körper zur faulen Gährung zu ſetzen; nur bey ſolchen fäulnißfähigen Subſtanzen, welche zugleich Beſtandtheile enthalten, die zur Wein- und Eſſiggährung aufgeleget ſind, folgt die Fäulniß nach dieſen. Andere Subſtanzen hingegen erleiden eine Fäulniß, ohne nur irgend eine Spur dieſer beyden Arten von Gährungen vorher wahrzunehmen.

Wenn Körper in die Fäulniß übergehen wollen, ſo werden dadurch verſchiedene Inſekten herbeygelockt, welche ihre Eyer

α) Phyſica ſubterranea. Lib. I. ſect. V. cap. 1. n. 8 ſq.
β) Statique des végétaux. p. 246.
γ) Opuſcula chym. phyſ. med. p. 180.
δ) Elementa chemiae. Tom. II. pr. 88. p. 251.
ε) Some experiments on ſubſtances reſiſting putrefaction; in den Philoſ. transact. n. 495. 496. Einige Verſuche mit Materien, welche der Fäulniß widerſtehen, von J. Pringle; überſ. im neuen hamb. Magazin. B. X. S. 300 f.
ζ) Experimental eſſays. Lond. 1764. gr. 8. David Macbride durch Erfahrung erläuterte Verſuche über verſchiedene Vorwürfe a. d. Engl. durch Conr. Rahn. Zürich 1766. 8.
η) Nachricht von angeſtellten Verſuchen über die Fäulniß thieriſcher Säfte; im neuen hamb. Magazin. B. IV. S. 484.
θ) Manuel de chymie.
ι) Grundriß der Naturlehre. Dritte Auflage. Halle 1797. gr. 8. S. 745 f.

Eyer in ſelbige legen, die alsdann ausgebrütet werden, und woher eben die Maden und Würmer entſtehen, die gewöhnlich bey fauligen, beſonders thieriſchen Körpern angetroffen werden. Es ſind einige, wie z. B. **Linne** [a]), der Meinung geweſen, daß dieſe Thiere durch die Fäulniß der Körper ſelbſt erzeuget würden; allein **William Alexander** [b]) hat dieſe Meinung durch ſeine genauen Beobachtungen gänzlich widerleget.

Herr **Gren** unterſcheidet folgende Arten der Fäulniß:

1. **eigentliche Fäulniß**, d. i. diejenige Miſchungsveränderung der Körper, wobey ſich Ammoniak, und ein beſonderer Ausfluß von einem höchſt widrigen Geruche, den man den **fauligen** Geruch nennt, bildet. Dieſe erfolget nur bey ſolchen Subſtanzen, welche neben dem Kohlenſtoffe und Waſſerſtoffe auch Stickſtoff und Phosphor enthalten; wohin der Eyweißſtoff, Faſerſtoff, Gallerte, Knochenmaterie und alle die feſten und flüſſigen Theile thieriſcher Körper gehören, die ſie enthalten. Bey dieſer eigentlichen Fäulniß werden als nothwendige Bedingungen vorausgeſetzet, ein gewiſſer Grad von Wärme, freye Luft, und vorzüglich ein gewiſſer Grad von Feuchtigkeit, von deren Verhältniſſen unter einander es alsdann abhängt, ob dieſe Miſchungsveränderung früher oder ſpäter erfolget, und geendiget wird. Dieſe Fäulniß zeigt ſich bald durch die Veränderung der Farbe, des Geruchs und des Geſchmacks; zuerſt nimmt man einen dummlichen und faden Geruch wahr, welcher nach und nach immer ſtinkender wird; der Geſchmack wird ekelhaft und widrig; zugleich vermindert ſich bey feſten Körpern der Zuſammenhang ihrer Theile, der ſtuffenweiſe immer mehr abnimmt, wobey der Geruch ſtinkender und widriger wird. Zu gleicher Zeit zeigt er ſich auch urinös, und es entwickelt ſich Ammoniak. Nachher werden dieſe Körper in eine breyartige Maſſe umgewandelt, und verlieren ihr organiſches Gewebe, wenn ſie dergleichen hatten, immer mehr und mehr; der Geruch wird höchſt

[a]) Amoenit. acad. Tom. V. p. 94.

[b]) Mediciniſche Verſuche. Leipz. 1773. 8. S. 246 u. f.

widrig und unerträglich, und iſt nicht mehr mit Ammoniak vermiſcht. Zuweilen zeigt ſich dabey im Rückſtande auch ein Leuchten. Endlich bleibt, wenn nicht dieſer Fäulniß durchs völlige Austrocknen Grenzen geſetzet werden, eine geringe Portion Erde zurück, welche gar keine organiſche Struktur mehr an ſich hat. Das Ammoniak, welches ſich bey dieſer Fäulniß entwickelt, und den urinöſen Geruch verurſachet, und der Ausfluß, welcher den fauligen höchſt widrigen Geruch erzeuget, ſind als die Produkte dieſer Miſchungsveränderung zu betrachten. Das erſtere entwickelt ſich aus dem Stickſtoffe und dem Waſſerſtoffe des faulenden Körpers; letzteres aber, oder der eigentliche faulende Ausfluß, bildet ſich vom Phosphor des faulenden Körpers, welcher theils mit Waſſerſtoff, theils aber auch mit Stickſtoff und Kohlenſtoff verbunden iſt.

Die Luft, in welcher faulende Körper ſich befinden, iſt anfänglich Stickgas, nachher Ammoniakgas, welches eben den urinöſen Geruch verurſachet, und durch ein Stechen in der Naſe, das Thränen erwecket, bemerket wird, und eine Miſchung von gephosphortem Waſſerſtoffgas, gekohltem Waſſerſtoffgas und geſchwefeltem Waſſerſtoffgas. Es beſteht daher dieſe Fäulniß in einer gänzlichen Zerſtörung der Körper, wobey alle Beſtandtheile in luftförmigen Stoffen fortgehen, und nur ein wenig Erde übrig bleibt. Die Feuchtigkeit und die Luft, welche bey dieſer Fäulniß Bedingungen ſind, werden hierbey zugleich mit zerſetzt, wobey auch der Sauerſtoff der freyen Luft wirkſam iſt.

Wenn man die faule Gährung unterdrücken will, ſo müſſen alle die Bedingungen wegfallen, welche dieſe bewirken, und in der That wirken auch diejenigen Körper, welchen man eine fäulnißwidrige Kraft beyleget, auf keine andere Art, als daß ſie die zur Fäulniß erforderlichen Bedingungen entfernen. **Pringle, Macbride, Schaw** [a]), Car-

a) Chemical lectures franz. überſ. unter dem Titel: eſſai pour ſervir à l'hiſtoire de la putréfaction à Paris 1766. gr. 8.

Cartheuſer [α]), Platz [β]) und Buchholz [γ]) haben über die fäulnißwidrigen Mittel und die Geſchichte der Fäulniß verſchiedene Verſuche angeſtellet. Aus dem bisher Geſagten iſt es leicht zu begreifen, daß folgende Mittel dieſer faulen Gährung widerſtehen: 1. wenn die Feuchtigkeit, welche die erſte Bedingung der faulen Gährung iſt, entfernet wird; dieſes geſchieht entweder durchs Austrocknen oder durchs Räuchern; 2. der Froſt, wodurch die Feuchtigkeit in einen feſten Zuſtand übergehet, und mithin ſo gut anzuſehen iſt, als wenn ſie entfernet wäre. Jedoch kann der Froſt auch ein Mittel werden, die faule Gährung noch mehr zu befördern, wenn nämlich nachher die einwirkende Wärme die Feuchtigkeit wieder herſtellet; 3. wenn die freye Luft entfernet wird, wie z. B. wenn der zur Fäulung aufgelegte Körper mit Wachs, Oel, Weingeiſt und dergleichen übergoſſen wird; 4. Das Einſalzen, welches aber den Körper nur in ſo fern von der Fäulniß abhält, in wie fern es die Feuchtigkeit an ſich zieht; daher wird es in zu geringer Menge gebrauchet eher ein Mittel zur faulen Gährung; 5. das Säuren vorzüglich wegen Entziehung der Feuchtigkeit; 6. Bewegung der Theile.

2. Wenn diejenigen Körper, welche zur eigentlichen Fäulniß fähig ſind, unter Waſſer, mithin vom Zugange der freyen Luft ausgeſchloſſen, liegen, ſo erfolgen ebenfalls die Erſcheinungen der Fäulniß, aber ſie endigen ſich ganz anders. Es entwickeln ſich Gasarten, welche, wenn ſie in den Höhlungen und Zellgewebe verſchloſſen bleiben, die Körper, wie z. B. Leichname, anſchwellen, ſo daß ſie ſpeciſiſch leichter als Waſſer und darum zum Schwimmen gebracht werden können. Nachdem aber dieſe eingeſchloſſenen Gasarten nach gänzlicher Zerſtörung oder allmähliger Auflöſung einen Ausweg gefunden haben, ſo ſinken ſie im Waſſer zu Boden, und kommen alsdann nicht wieder in die Höhe.

α) De remediis antiſepticis. Frf. 1774. 8.
β) De putredine a corporibus arcenda. Lipſ. 1775. 4.
γ) Verſuche über einige der neueſten einheimiſchen antiſeptiſchen Subſtanzen. Weimar 1776. 8.

Höhe. Die entwickelten Gasarten ſind Stickgas, gekohltes Waſſerſtoffgas und gephosphortes Waſſerſtoffgas nebſt Ammoniak. Wird nun das Waſſer, worin die in ſelbigem aufgelöſeten auszugsartigen Theile in die eigentliche Fäulung bis zu ihrer Vollendung gehen würden und auch wirklich gehen, öfters gewechſelt, ſo hört endlich die Fäulniß der rückſtändigen Subſtanz auf, und es zeigt nun dieſe die Natur eines Fettes oder iſt zu einer wallrathähnlichen Materie geworden. Herr **Gibbes** *) hat hierüber verſchiedene Verſuche mit dem Fleiſche von Thieren angeſtellet. Er brachte unter andern eine todte Kuh unter das fließende Waſſer; dieſe Kuh lag ſo, daß das Waſſer täglich zwey Mahl darüber ging, ſie ſelbſt war mit etwas lockerer Erde bedecket. Nachdem ſie eine Zeitlang in dieſer Erde geblieben war, ſteckte er öfters einen Stock durch die Erde bis zur Kuh. Jedesmahl trat eine überaus große Menge von Luft hervor, welche einen außerordentlichen widrigen Geruch hatte. Bey dieſer Kuh erſchien der ganze muskulöſe Theil verändert, und von der Subſtanz desſelben bereitete er ſich mittelſt der Salpeterſäure eine ſehr große Menge wachsähnlicher Materie. Ob nun gleich die Salpeterſäure den größten Theil des üblen Geruchs davon wegnahm, ſo gab ſie ihm doch eine gelbe Farbe, die ſich ſchwer davon wegbringen läßt, und einen eigenen Geruch nach Scheidewaſſer, welcher durch bloßes Waſchen und Zuſatz von Alkalien nicht ganz vergeht. Sein Vater fand, daß folgender Proceß dieſe Subſtanz ſehr rein und ſchön macht, obgleich nicht ganz ſo weiß, wie der verkäufliche Wallrath iſt. Es wurde die Kuh, welche $1\frac{1}{2}$ Jahr im Waſſer gelegen hatte, herausgenommen, und beyde fanden, daß die ganze muskulöſe Subſtanz durchaus in eine weiße Materie verwandelt war; dieſe wurde in kleine Stücke zerbrochen, und der Einwirkung der Sonne und der Luft eine beträchtliche Zeit hindurch ausgeſetzet. Hierdurch verlor ſie

*) Ueber die Verwandlung des Fleiſches in eine dem Wallrath ſehr ähnliche Subſtanz; aus dem Philoſ. transact. überſ. in Grens neuem Journal der Phyſik. B. I. S. 126 f. und B. III. S. 436 f.

ſie großentheils ihren Geruch, und erhielt eine feſtere Conſiſtenz. Das Anſehen dieſer Subſtanz hatte etwas Eigenes; denn beym Zerbrechen derſelben fanden ſie feine Fäden, welche in jeder Richtung liefen, genau der zelligen Subſtanz zwiſchen den Muskelfibern ähnlich. Dieſe Stücke wurden zu einem feinen Pulver gerieben, und auf dieß Pulver wurde etwas verdünnte Salpeterſäure gegoſſen. Nachdem die Säure eine Stunde lang darauf geſtanden hatte, bildete ſich ein Schaum oben auf; die Säure wurde hierauf abgegoſſen, und die Subſtanz wiederhohlt gewaſchen; ſie wurde dann in heißem Waſſer geſchmolzen, worauf ſie nach dem Erkalten und Gerinnen von einer ſchönen Strohfarbe war, ohne den mindeſten widrigen Geruch, im Gegentheil vielmehr von dem angenehmen Geruch des beſten Wallraths.

Hierbey wird alſo der Stickſtoff und der Phosphor des faulenden Körpers geſchieden, nebſt etwas Waſſerſtoff und Kohlenſtoff; jedoch bleibt der größte Theil der beyden letzten Stoffe zurück und bildet die fettige Subſtanz. Dieſe Art von Fäulniß muß demnach von der erſten Art unterſchieden werden, ob ſie gleich anfänglich mit dieſer übereinzukommen ſcheinet. Uebrigens iſt das Waſſer hierbey nicht weſentlich nothwendig, als in ſo fern es die reſpirable Luft ausſchließt; und ſo fand auch Fourcroy *) tief in der Erde begrabene Leichname in eine Wallrath ähnliche Materie verwandelt, zu welchen die freye Luft keinen Zutritt gehabt hatte.

3. Pflanzenkörper, welche Eyweißſtoff und Kleber enthalten, können ähnliche Phänomene, wie die erwähnten thieriſchen Stoffe, in ihrer Fäulniß geben. Der ſchleimartige Zuckerſtoff, die weſentlichen ſauren Salze, der ſtärkeartige Theil der Pflanzen, ändern aber die Erſcheinungen der Fäulniß gar ſehr ab, weil dieſelben der vorhin angegebenen eigentlichen Fäulniß nicht fähig ſind. Die hierbey gebildeten Produkte ſind von den der letztern weſentlich verſchieden,

*) Mémoire ſur les différens etats des cadavres trouvés dans les fouilles du Cimetière des Innocens an. 1786 et 1787; in den annales de Chimie. T. V. p. 154 f.

wenn die Pflanzen keine nähere Beſtandtheile enthalten, worin Stickſtoff und Phosphor ſind. Es erzeugt ſich alsdann nicht der höchſt widrige faule Geruch thieriſcher Körper, und kein Ammoniak; das brennbare Gas, welches ſich dabey entwickelt, hat zwar einen unangenehmen Geruch, welcher aber vom fauligen verſchieden iſt; es iſt gekohltes Waſſerſtoffgas, wie die Sumpfluft beweiſet. Die Bedingungen übrigens, welche zur Fäulniß der Pflanzen vorausgeſetzet werden, ſind die nämlichen, wie bey der Fäulniß thieriſcher Subſtanzen.

4. Das ſo genannte **Schimmeln** vegetabiliſcher Subſtanzen muß auch als eine eigene Art von Fäulniß derſelben unterſchieden werden. Hierzu ſind beſonders der Schleim, der Extractivſtoff der Pflanzen, der ſtärkeartige Theil und die ſüßen und ſauern Salze derſelben geneigt, wenn ſie im Waſſer aufgelöſet oder damit verdünnt dem Einfluſſe der reſpirablen Luft ausgeſetzet werden. Der im Waſſer aufgelöſete Schleim verliert hierbey ſeine Auflöslichkeit, und verwandelt ſich in eine Art von Haut, welche nicht mehr im Waſſer auflösbar iſt. Herrn **Gren** iſt es wahrſcheinlich, daß der Sauerſtoff der Luft an dieſer Erſcheinung vorzüglichen Antheil habe, und durch ſeinen Beytritt zum Kohlenſtoffe und Waſſerſtoffe dieſe neuen Materien bilden helfe.

5. Auch die **Verweſung** muß von der eigentlichen Fäulniß unterſchieden werden. Dieſe erfolget, wenn die zur Fäulniß nothwendigen Bedingungen, nämlich Wärme, Feuchtigkeit und Luft nur im geringen Grade zugelaſſen werden. Die Phänomene, die ſich hierbey zeigen, und die Produkte, welche ſich bilden, ſind weſentlich von den der eigentlichen Fäulniß verſchieden. Die Veränderungen erfolgen weit unmerklicher und langſamer. Dieß findet man z. B. bey Leichnamen, die in die Erde geſcharrt ſind, bey feuchten Pflanzen, welche in großen Maſſen zuſammengedruckt ſind, oder auch in die Erde geſcharrt worden. Iſt hierbey viel reſpirable Luft mit eingeſchloſſen, wie bey Leichnamen in Särgen, oder iſt auch viele Feuchtigkeit vorhanden, ſo kann anfänglich wirklich die eigent-

eigentliche Fäulniß eintreten, bis endlich dieſe wegen Mangel an Feuchtigkeit und Sauerſtoffgas aufhört, und alsdann die bloße Verweſung Statt hat, wobey doch immer ein gewiſſer Grad von Feuchtigkeit und Wärme nothwendig als Bedingungen zu ſetzen ſind. Die Wirkungen, welche bey der Verweſung erfolgen, ſind wegen veränderter Urſachen auch verſchieden von den der eigentlichen Fäulniß. Der Stickſtoff, welcher bey der Fäulniß mit dem Waſſerſtoffe zuſammen das Ammoniak bildet, tritt bey der Verweſung mit dem Sauerſtoffe zur Salpeterſäure zuſammen, welche als das Hauptprodukt der Verweſung beſonders thieriſcher Subſtanzen anzuſehen iſt, und bey der eigentlichen Fäulniß derſelben ſich nicht erzeugt. Dieſe Salpeterſäure muß ſich aber bey der überhaupt nur allmählig erfolgenden Verweſung auch allmählig, und eben daher unmerklich wieder zerſtreuen und verflüchtigen, wenn ſie nicht durch irgend einen Umſtand angehäuft werden können, und ſo mannigmahl als **Mauerſalpeter** oder **erdiger Salpeter** in zarten Flocken ausſchlägt. Dabey meinet Hr. **Gren**, es könne auch der Sauerſtoff der zugleich mit einwirkenden atmosphäriſchen Luft zur Bildung dieſer Salpeterſäure beytragen; hauptſächlich ſcheint ihm aber auch der Sauerſtoff der verweſenden Subſtanz und ihrer Feuchtigkeit ſelbſt dazu beyzutragen. Auch ein gewiſſer Theil des Waſſerſtoffes und der Phosphor werden bey der Verweſung ebenfalls in Gasgeſtalt geſchieden, jedoch nur allmählig. Daher iſt auch nur ein moderiger, aber doch eigentlich kein fauliger Geruch dabey wahrzunehmen. Uebrigens bleibt noch ein großer Theil Waſſerſtoff und derjenige Kohlenſtoff, welcher nicht als kohlengeſäuertes Gas mit dem Sauerſtoffe entweichen konnte, bey der Verweſung mit andern feuerbeſtändigen Grundſtoffen verbunden zurück, und bildet nun das zweyte Hauptprodukt der Verweſung, nämlich die **Dammerde.**

Fall der Körper (deſcenſus ſ. lapſus corporum grauium, chûte des corps graves) heißt dieſe Bewegung der Körper gegen die Erde, die man an ihnen wahrnimmt,

 wenn

wenn ſie ſich ganz frey überlaſſen ſind, ohne ihnen einen Stoß, Druck u. d. g. zu geben. Alle Körper unſerer Erde, die wir kennen, haben ein Beſtreben, ſich gegen die Erde in Richtungen herabzubewegen, welche auf der Erdoberfläche ſenkrecht ſind, und daher gehörig verlängert nach dem Mittelpunkte der Erde zu gehen. Wird dieſes Beſtreben durch irgend einen Widerſtand z. E. durch Unterſtützung des Körpers gehindert, ſo drückt alsdann der Körper dieſen Widerſtand; kann er ihn aber überwinden, ſo erfolget nun wirklich der Fall des Körpers in der auf der Erdfläche lothrechten Richtung. Es kann auch dem Körper ein Weg vorgeſchrieben werden, in welchem er ſich gegen die Erde herabbewegen muß, und welcher von der lothrechten Richtung abweicht, wie z. B. wenn er von einer ſchiefen Ebene herabzugleiten genöthiget iſt; in dieſem Falle entſtehet Druck und Fall zugleich.

Man kann alſo bey der Unterſuchung des Falles der Körper auf zweyerley Rückſicht nehmen, nämlich zuerſt auf den **freyen Fall**, und hernach auf denjenigen Fall, welchen er auf **vorgeſchriebenem Wege** thun muß.

Vom freyen Falle der Körper.

Die Geſetze des freyen Falles der Körper ſind dieſe:

I. **Die Bewegung, womit die Körper frey herabfallen, iſt gleichförmig beſchleunigt.** Denn die Schwere der Körper, d. i. das Beſtreben ſich nach der größern Gravitation hinzubewegen, wirket ſtets und unterbrochen auf dieſelben, und zwar in allen Theilen, mithin erlangt die Bewegung der Körper in einem jeden noch ſo kleinen Zeittheile immer gleiche Zuſätze nach ein und der nämlichen Richtung, wie dieß auch die Erfahrung lehret. Es laſſen ſich folglich bey dem freyen Falle alle diejenigen Sätze in Anwendung bringen, welche unter dem Artikel **Bewegung** (Th. I. S. 347 — 352) aus der gleichförmig beſchleunigten Bewegung ſind gefolgert worden. Dieſe Anwendung gibt folgende Beſtimmungen:

1. Die Räume, welche ein Körper vom Anfange ſeines Falles zurückleget, verhalten ſich wie die Quadrate der Zeiten, oder wie die Quadrate der am Ende der Zeiten erhaltenen Geſchwindigkeiten.

2. Die Räume, welche ein Körper beym freyen Falle in gleichen auf einander folgenden Zeittheilchen durchläuft, verhalten ſich wie die ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 u. ſ.

3. Die Geſchwindigkeiten, welche ein Körper am Ende der Zeit durch den freyen Fall erlangt hat, verhalten ſich wie die Quadratwurzeln der Räume.

4. Ein Körper muß durch den freyen Fall nach Verlauf einer beſtimmten Zeit eine Geſchwindigkeit erhalten haben, womit er in der darauf folgenden eben ſo großen Zeit einen doppelt ſo großen Weg zurücklegen würde, als er durch den Fall zurückgeleget hat, wenn die Schwere auf ihn zu wirken aufhörte. Man nennt auch die dadurch erlangte Geſchwindigkeit **die zur Fallhöhe gehörige Geſchwindigkeit.**

Aus den unter dem Artikel **Bewegung** geſetzten Bezeichnungen der bey jeder Bewegung vorkommenden Größen hat man alſo hier

$$ſ = gt^2 \text{ und } c = 2gt,$$

wo ſ den Weg, c die nach t erhaltene Geſchwindigkeit, und g den Weg der Körper bedeutet, welchen er in der erſten Zeitſekunde mit beſchleunigter Bewegung zurückleget.

II. **An ein und eben demſelben Orte auf der Erdoberfläche fallen alle Körper mit gleicher Geſchwindigkeit.** Weil die Schwere alle Theile eines Körpers afficiret, ſo kann auch die Schwere als beſchleunigende Kraft weder vermehret noch vermindert werden, es mögen die Theile des Körpers zuſammengenommen in einem einzigen Körper vereiniget oder von einander getrennt ſeyn. Man nehme an, die Menge der Materie eines Körpers ſey = M, ſein Gewicht = p, die beſchleunigende Kraft der Schwere = f; würde nun ein Theil m von der Maſſe M weggenommen, ſo wird das Gewicht der übrigen Materie

=f

$= f(M - m)$ und daher kleiner als das Gewicht $p = fM$ ſeyn; man findet alſo in beyden Fällen $f = \frac{M}{p} = \frac{(M-m)f}{M-m}$. Da nun die Erde keine vollkommene Kugel, ſondern eine an den Polen abgeplattete Afterkugel iſt, ſo folgt auch daraus, daß der freye Fall unter dem Aequator langſamer als gegen die Pole hin ſeyn müſſe.

Wenn man hierüber Verſuche anſtellen wollte, ſo müßte man die ſchweren Körper in einem völlig leeren Raume herabfallen laſſen, um wahrzunehmen, ob der Erfolg in der Natur mit dieſem Geſetze völlig übereinſtimmte. In der Luft fallen die Körper nicht ganz frey, indem der Widerſtand der Luft die Bewegung der fallenden Körper in etwas verzögert, und zwar um deſto mehr, je größer der Widerſtand in Vergleichung mit dem Gewicht des fallenden Körpers iſt. So wird z. B. eine Feder ſich lange nicht ſo bald als ein Stein oder Stück Bley gegen die Erde von einerley Höhe bewegen. Je kleiner die Fläche des herabfallenden Körpers und je ſpeciſiſch ſchwerer derſelbe iſt, deſto weniger Widerſtand wird die Luft bewirken können.

III. **Bey uns fallen alle Körper in der erſten Zeitſekunde durch 15,625 rheinländiſche Fuß.** Daraus folgt alſo, daß die Geſchwindigkeit, welche ein frey herabfallender Körper nach der erſten Zeitſekunde erhalten hat, $= 2 . 15{,}625 = 31{,}25$ rheinl. Fuß betragen müſſe. Nach **Huygens** α) Beſtimmungen, die er mittelbarer Weiſe durchs Pendel fand (m. ſ. **Pendel**), wäre die Fallhöhe in der erſten Zeitſekunde 15,09568 pariſer Fuß; er ſelbſt gibt ſie proxime pedum 15 et vnciae vnius, welches 15,08333 — pariſer Fuß wäre. In rheinländiſchen Füßen beſtimmt Herr Hofrath **Käſtner** aus **Huygens** Angabe der Pendellänge dieſe Höhe $= 15{,}6241048$ Fuß; **Huygens** β) ſelbſt ſagt, die Rechnung lehre, daß die Fallhöhe in einer Sekunde 15 Fuß $7\frac{1}{2}$ Zoll rheinländ. Maß, d. i. 15,625 Fuß betrage.

Die

α) Horologium oſcillatorium. Paris 1673. Fol. Part. IV. prop. 15.
β) De vi centrifuga. prop. 6.

Die Alten hatten von der Bewegung der Körper überhaupt die ſonderbarſten und abgeſchmackteſten Meinungen. So glaubten beſonders beym Falle der Körper die Peripatetiker, daß ſich die Geſchwindigkeit, wie das Gewicht der Körper verhielt, daß z. B. ein Körper von ſechs Mahl mehr Maſſe als ein anderer, auch ſechs Mahl geſchwinder als dieſer herabfallen müſſe. Dieſe irrige Meinung bemerkte zuerſt **Galilei**, als er noch zu Piſa ſtudirte, und behauptete ſelbſt gegen ſeine Lehrer die richtige Meinung. Nachdem er ſelbſt als Lehrer zu Piſa angeſtellet wurde, ſo vertheidigte er ſeine Meinung öffentlich gegen die peripatetiſchen Sätze, und ſtellte Verſuche darüber mit Körpern von ungleichem Gewichte an, welche in Anſehung ihrer Dichtigkeit nicht ſo ſehr von einander verſchieden waren; er ließ nämlich von der Kuppel der daſigen Kirche dieſe Körper herabfallen, und bemerkte, daß ſie beynahe zu gleicher Zeit den Erdboden berührten. Dieſe Verſuche zogen ihm viel Feindſchaft zu, und er wurde dadurch bewogen, die ihm aufgetragene Lehrſtelle zu Padua anzunehmen. Dieſen Satz hat er nachher auch unter andern durch zwey Pendel von gleicher Länge erwieſen, welche ihre Schwingungen zu gleicher Zeit vollendeten, ob ſie gleich mit verſchiedenen Gewichten beſchweret wurden.

Auch von der Beſchleunigung des Falles machten ſie ſich irrige Vorſtellungen. Dieſe Erſcheinung haben ſie aus mancherley Urſachen hergeleitet, und derſelben verſchiedene Geſetze zugeſchrieben. Allein **Galilei**, welcher die wahren Geſetze des Falles der Körper, zuerſt vermuthlich durch Nachdenken, entdeckte, erwies das Ungegründete in den Vorſtellungen der Alten. Die Verſuche, welche **Galilei** darüber anſtellte, beziehen ſich auf die ſchiefe Ebene, und ſollen nachher angeführet werden. Seine vorgetragene Theorie fand anfänglich vielen Widerſpruch, obgleich ſchon **Torricelli** [α]) ſelbige geometriſch bewies. Allein **Baliani** [β]), ein damah-

[α]) De motu grauium naturaliter deſcendentium et proiectorum, libri II. Florent. 1641. 4.

[β]) De motu naturali grauium fluidorum ac ſolidorum. Genuae 1646. 4.

damahliger berühmter Mathematiker und Phyſiker, welcher ſelbſt des Galilei Theorie mit ſo ſchönen geometriſchen Beweiſen vorträgt, ſagt doch, es ſey möglich, daß ſich die Geſchwindigkeit der fallenden Körper verhielte wie die zurückgelegten Wege. Dieſer Satz, welchen man ſchon längſt behauptet hatte, wurde von den Peripatetikern mit allgemeinem Beyfall aufgenommen, welche ihm den Nahmen Hypotheſe des Baliani beylegten. Allein Galilei, welcher dieſen Satz ſchon in ſeinen Geſprächen widerleget, zeiget, daß dieſer Satz bey der Anwendung auf den Fall der Körper mit ſich ſelbſt ſtreite, indem daraus folgen würde, daß der Körper durch vier Fuß in eben der Zeit falle, in welcher er durch einen Fuß fällt.

Johann Baptiſta Riccioli *) ſuchte mit ſeinem Gehülfen, Grimaldi, die Geſetze des Galilei durch Verſuche zu erweiſen. Er machte ſich Kugeln von Kreide, welche 8 Unzen ſchwer waren und ließ ſie von hohen Thürmen herabfallen. Zum Zeitmaße bediente er ſich eines Pendels, deſſen Schwingungen nur $\frac{1}{6}$ Sekunde dauerten. Durch wiederhohlte Verſuche erhielt er folgende Reſultate:

Schwing. des Pendels.	Höhe des Falles.	Raum in gleichen Theilen der Zeit.	Vermehrung der Geſchwindigkeit.
5	10 römiſche Fuß	10 Fuß	1
10	40 — —	30 —	3
15	90 — —	50 —	5
20	160 — —	70 —	7
25	250 — —	90 —	9
6	15 — —	15 —	1
12	60 — —	45 —	3
18	135 — —	75 —	5
24	240 — —	105 —	7

Dieſe Verſuche kommen mit den Geſetzen des Falles ſo ſehr überein, daß man auf die Vermuthung kommen muß, Riccioli habe kleine Abweichungen, welche vom Widerſtande der Luft herrühren, weggelaſſen.

Decha-

*) Almageſt. nouum, lib. II. cap. 21. prop. 4. pag. 89 et 90.

Dechales *) nahm kleine Kieſelſteine und ließ ſie von Höhen herabfallen, und fand durch vielmahls wiederhohlte Verſuche folgende Reſultate

Zeit in Sekunden.	Größe des Falles.	Raum in gleichen Theilen.
$\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{4}$ Fuß	$4\frac{1}{4}$ Fuß
1	$16\frac{1}{2}$ —	$12\frac{1}{4}$ —
$1\frac{1}{2}$	36 —	$19\frac{1}{2}$ —
2	60 —	24 —
$2\frac{1}{2}$	90 —	30 —
3	123 —	33 —

Ob nun gleich dieſe Zahlen mit den Geſetzen des Falles nicht ſo genau übereinſtimmen, ſo kann es auch wegen des Widerſtandes der Luft, welcher mit der zunehmenden Geſchwindigkeit des fallenden Körpers zunimmt, nicht anders erwartet werden, als daß die wirklich durch Verſuche beobachteten Höhen den durch die Rechnung gefundenen deſto weniger nahe kommen, je mehr Zeit vom Anfange der Bewegung verfloſſen iſt.

Weil es nun unmöglich iſt, die angeführten Geſetze durch unmittelbare Verſuche mit frey herabfallenden Körpern genau zu beſtätigen, ſo hat man andere Mittel aufzufinden geſucht, dieſe mittelbarer Weiſe zu beweiſen. Dahin gehört vorzüglich das Pendel, wovon mit mehrerem unter dem Artikel **Pendel.**

Aus den angegebenen Geſetzen laſſen ſich alle mögliche Aufgaben, welche beym freyen Falle der ſchweren Körper Statt finden können, auflöſen. Aus $ſ = g t^2$ findet man nämlich $t = \sqrt{\frac{ſ}{g}}$. Wenn ferner c die Geſchwindigkeit iſt, die ein frey herabfallender Körper nach der Zeit t erlanget hat, ſo iſt $c = 2 g t$, und das Quadrat $c^2 = 4 g^2 t^2 = 4 g ſ$; daher $c = 2\sqrt{g ſ}$ und $ſ = \frac{c^2}{4 g}$. Man findet alſo

1. wie groß die Höhe iſt, welche ein Körper in einer gegebenen Zeit frey herabfiel.

2.

*) In mundo mathemat. Tom. II. Static. lib. 2. prop. 1.

2. Wie viel Zeit der Körper gebrauchet habe, wenn die Höhe des Falles bekannt iſt.

3. Wie groß der Raum iſt, welchen ein frey herabfallender Körper in jeder Zeitſekunde zurückleget.

4. Wie groß die Geſchwindigkeit des Körpers iſt, wenn man die Höhe des Falles weiß.

5. Von welcher Höhe der Körper herabfallen müſſe, wenn er eine Geſchwindigkeit von gegebener Größe erhalten ſoll.

Für den erſten Fall weiß man, daß die Höhe gleich ſey dem Produkte aus dem Quadrate der Zeit in die Fallhöhe der erſten Sekunde, oder in 15,625 Fuß. Wäre z. B. die Zeit des Falles 5 Sekunden geweſen, ſo würde die Höhe $= 5^2 . 15,625 = 390,625$ Fuß ſeyn. Im zweyten Falle muß man die gegebene Fallhöhe durch die Zahl 15,625 dividiren, und aus dieſem Quotienten die Quadratwurzel herausziehen, welche die geſuchte Zeit ſeyn wird. Wäre z. B. die Fallhöhe $= 140,625$ Fuß, ſo hat man $t = \sqrt{\frac{140,625}{15,625}} = \sqrt{9} =$ 3 Sekunden. Für den dritten Fall weiß man, daß die Räume, welche ein Körper vom Anfange der Bewegung zurückleget, ſich wie die ungeraden Zahlen verhalten, woraus ſich alſo die Größe des Raums finden läßt, welchen der Körper in jeder Zeitſekunde durch den freyen Fall erhält. Will man z. B. wiſſen, wie groß der Weg ſey, welchen ein Körper in der dritten Zeitſekunde beym freyen Falle durchlaufen iſt, ſo weiß man, daß der Weg in der dritten Sekunde 5 Mahl größer als in der erſten Sekunde, daß er folglich $5 . 15,625 = 78,125$ Fuß iſt. In Anſehung des vierten Falles muß man die gegebene Fallhöhe mit der Zahl 15,625 multipliciren, aus dieſem Produkte die Quadratwurzel ziehen, und dieſe zwey Mahl nehmen; dieſes Gedoppelte wird die zur Fallhöhe gehörige Geſchwindigkeit ſeyn. Wäre z. B. die gegebene Fallhöhe 1000 rheinländ. Fuß, ſo würde die Geſchwindigkeit $= 2\sqrt{(15,625 . 1000)} = 2\sqrt{15625} = 2 . 125 = 250$ rheinl. Fuß ſeyn. Nach dem fünften Falle muß man das Quadrat von der gegebenen Geſchwindigkeit nehmen, ſelbiges durch die

die vierfache Höhe des freyen Falles in der erſten Zeitſekunde dividiren. Wäre z. B. die gegebene Geſchwindigkeit, die der Körper erhalten hätte, = 93,75 Fuß, ſo iſt die dazu gehörige Höhe $= \frac{(93,75)^2}{4 . 15,625} = 140,625$ Fuß.

Wenn umgekehrt ein Körper durch irgend eine Kraft angetrieben wird, in lothrechter Richtung in die Höhe zu ſteigen, ſo wird dieſer ſteigenden Bewegung die Schwere in einem Augenblicke und ſtetig entgegen wirken, folglich wird auch die Bewegung, welche der Körper in der lothrechten Richtung durch die Kraft erhalten hat, in einem jeden Augenblicke vermindert. Eine ſolche ſteigende Bewegung muß demnach eine gleichförmig verzögerte Bewegung ſeyn. Hieraus läßt ſich ſchon einſehen, daß diejenigen Geſetze, welche bey dem freyen Falle der Körper Statt finden, auch in umgekehrter Ordnung bey den lothrecht in die Höhe ſteigenden Körpern gelten müſſen. Geſetzt es ſey ein Körper durch irgend eine Kraft in der lothrechten Höhe $= \alpha$ mit einer Geſchwindigkeit aufzuſteigen angetrieben, welche er während der Zeit, welche er ſeit der Zeit, als er von dieſer Höhe $= \alpha$ herabgefallen iſt, erhalten hat; ſo wird er zu der ſteigenden Bewegung eben die Zeit gebrauchen, um dieſe Höhe $= \alpha$ zu durchlaufen, als er nöthig hätte, von dieſer Höhe frey herabzufallen. Hätte z. B. der Körper die Höhe α durch den freyen Fall in 4 Sekunden vollendet, ſo würde er die Geſchwindigkeit $4 . 31,25 = 125$ Fuß erlanget haben. Stieg nun umgekehrt ein Körper auf die nämliche Höhe $= \alpha$ mit der Geſchwindigkeit von 125 Fuß auf, ſo verurſachet die Schwere, daß ihm während der erſten Sekunde ſo viele Geſchwindigkeit entzogen wird, als demſelben in dieſer Sekunde durch die Beſchleunigung zugeſetzet wird, folglich bleibt nach der erſten Sekunde ſeine Geſchwindigkeit noch $125 - 31,25 = 93,75$ Fuß, mit welcher er in der zweyten Sekunde in die Höhe ſteigen würde, wenn die Schwere auf ihn zu wirken aufhörte; da ihn aber dieſe ebenfalls wieder 31,25 Fuß von ſeiner Geſchwindigkeit entziehet,

ſo wird er nach der zweyten Sekunde nur noch die Geſchwindigkeit 93,75 — 31,25 = 72,5 beſitzen. Auf eben dieſe Weiſe findet man nach der dritten Zeitſekunde die übrig gebliebene Geſchwindigkeit = 31,25 und nach der vierten Sekunde = 0, wo er alſo in beharrlichen Zuſtand, d. i. in Ruhe verſetzet wird; wegen ununterbrochener fortwirkender Schwere aber fällt er von eben der Höhe wieder frey herab. Hieraus iſt nun begreiflich, wie man durch Rechnung finden könne, wie hoch ein ſchwerer Körper in einem leeren Raume ſteigen, und wie viele Zeit während des Steigens verfließen müſſe, wenn diejenige Geſchwindigkeit bekannt iſt, womit er lothrecht in die Höhe zu ſteigen anfängt. Aus dieſer Geſchwindigkeit wird man nämlich finden können, wie tief ein Körper durch den Fall herabfallen müſſe, wenn er eben die Geſchwindigkeit erhalten ſollte, und wie viele Zeit während dieſes freyen Falles verfließen müßte; und eben dieſe Höhe wird auch der lothrecht ſteigende Körper erreichen und die nämliche Zeit dazu gebrauchen. Finge der lothrecht ſteigende Körper ſeine Bewegung mit der Geſchwindigkeit 93,75 Fuß an, ſo braucht man nur dieſe Zahl durch 31,25 zu dividiren, der Quotiente wird die Zeit ſeyn, welche während der ganzen ſteigenden Bewegung verfließet; ſie iſt alſo $\frac{93,57}{31,25} = 3$ Sekunden. Denn der in 3 Sekunden frey fallende Körper erlangt die Geſchwindigkeit $31,25 \cdot 3 = 93,75$ Fuß. Ferner fällt der Körper in 3 Sekunden 9 Mahl tiefer als in der erſten, folglich würde die Höhe $9 \cdot 15,625 = 140,925$ Fuß ſeyn; aber eben ſo hoch wird auch der ſteigende Körper ſich bewegen, wenn ſich die Bewegung mit der Geſchwindigkeit 93,75 Fuß anfängt.

Weil man in den mechaniſchen Wiſſenſchaften oft aus der Fallhöhe die zugehörige Geſchwindigkeit, und umgekehrt aus der Geſchwindigkeit die zugehörige Höhe zu finden hat, ſo ſind dafür Tafeln berechnet worden. Bedeutet nämlich die Fallhöhe = α, und die zugehörige Geſchwindigkeit = c, ſo hat

hat man $c = 2\sqrt{g\alpha}$ und daher $\alpha = \frac{c^2}{4g}$. **Belidor** *) hat dergleichen Tafeln im pariſer Maße, $g = 15$ pariſer Fuß geſetzet, berechnet. Die α in der erſten gehen nur bis 15 und die c in der letztern bis 30 Fuß. Noch genauer und vollſtändiger hat Herr **Schulze** β) dergleichen Tafeln geliefert, $g = 15{,}625$ rheinl. Fuß geſetzt. Die gegebenen Größen ſind in ganzen Füßen, die geſuchten in Tauſendtheilen ausgedruckt. Die größte Geſchwindigkeit iſt $= 1000$, welcher $\alpha = 16000$ zugehöret; in der zweyten Tafel iſt die größte Fallhöhe $= 11000$ mit der zugehörigen Geſchwindigkeit $c = 829{,}156$.

Von dem Falle auf vorgeſchriebenen Wegen.

Wenn ein ſchwerer Körper auf einer feſten horizontalen Ebene ſich befindet, ſo fällt die Richtung ſeiner Schwere auf ſelbige ſenkrecht, und er kann weder auf die eine noch die andere Seite ſich hin bewegen, und wird folglich in dieſer Lage ruhend erhalten werden. So bald aber die Ebene (fig. 50.) ab, worauf ſich der Körper befindet, unter irgend einem Winkel bad geneigt iſt, ſo muß ſich nun auch der Körper nach dieſer Seite hin zu bewegen anfangen. Bey dieſer Bewegung wirket die Schwere auch in jedem noch ſo kleinen Zeittheilchen nach der vertikalen Richtung ununterbrochen auf den Körper. Der Widerſtand der Ebene ſchwächt zwar in jedem Augenblicke dieſe Wirkung der Schwere; allein weil die Lage der ſchiefen Ebene einerley bleibt, ſo muß die Schwächung der Beſchleunigung in jedem Zeittheilchen gleich groß ſeyn. Daraus folgt alſo, daß die Bewegung des Körpers auf der ſchiefen Ebene gleichförmig beſchleuniget werde. Es ſey c der Schwerpunkt des Körpers, cf mit ab parallel und ce vertikal. Geſetzt nun, der Körper könnte vermöge der Schwere in dem erſten Zeit-

 theil-

*) Architecture hydraulique. Paris 1737. T. I. lib. I. ch. 3. nach Art. 490 und 615.

β) Sammlung logarithm. trigonom. u. a. zum Gebrauch der Mathematik unentbehrlicher Tafeln. Berl., 1778. B. II. S. 298 — 307.

theilchen von der Höhe ck herabfallen, ſo würde ſich dieſe Geſchwindigkeit in zwey andere ci und cl zerlegen, deren erſtere durch den Widerſtand der Ebene völlig aufgehalten wird. Demnach erhält ſich die Schwere nach der lothrechten Richtung zu dem Theile derſelben, welcher auf der ſchiefen Ebene übrig bleibt, wie $ck:cl = cg:cf = cg:gh = ba:bd = 1:\text{ſin.}\ bad$. Weil nun dieß von einem jeden folgenden Zeittheilchen gilt, ſo folgt, daß der Körper, welcher auf der ſchiefen Ebene herabſinkt, nach einer jeden beliebigen Zeit vom Anfange ſeiner Bewegung eine Geſchwindigkeit, welche ſich zur Geſchwindigkeit, die er während der nämlichen Zeit durch den freyen Fall erlanget hat, verhält, wie die ſenkrechte Höhe der Ebene zu ihrer Länge, oder wie der Sinus des Neigungswinkels zum ganzen Sinus. Wenn daher die Geſchwindigkeit, welche der Körper in einer Sekunde vom freyen Falle erhalten hat, $= 2g$, und die Geſchwindigkeit des auf der ſchiefen Ebene herabgleitenden Körpers in eben der Zeitſekunde $= x$, und der Neigungswinkel der ſchiefen Ebene gegen den Horizont $= \alpha$ geſetzet wird, ſo hat man $2g:x = 1:\text{ſin.}\,\alpha$; folglich $x = 2g.\text{ſin.}\,\alpha$.

Wenn irgend ein Körper in der Zeit t von der Höhe ſ herabfiel, ſo würde nun $\text{ſ} = gt^2$ ſeyn, und er würde nach dieſer Zeit die Geſchwindigkeit $2gt$ erlanget haben. Setzt man die Geſchwindigkeit, welche der von der ſchiefen Ebene herabgleitende Körper nach eben der Zeit t erhält, $= v$, ſo hat man $2gt:v = 1:\text{ſin.}\,x$ mithin $v = 2gt.\text{ſin.}\,\alpha$. Aus eben dieſem Grunde findet man den Weg, welchen er binnen der Zeit t auf der ſchiefen Ebene zurückgeleget hat $= q = gt^2.\text{ſin.}\,\alpha$. Aus der Gleichung $v = 2gt.\text{ſin.}\,\alpha$ erhält man $t = \frac{v}{2g.\text{ſin.}\,\alpha}$, wovon das Quadrat $= \frac{v^2}{4g^2.\text{ſin.}\,\alpha^2}$; dieſes in der Gleichung $q = gt^2.\text{ſin.}\,\alpha$ ſtatt t^2 geſetzt; gibt $q = \frac{v^2}{4g.\text{ſin.}\,\alpha}$, und daraus hat man ferner $4g.\text{ſin.}\,\alpha.q = v^2$ und $v = 2\sqrt{(g.q.\text{ſin.}\,\alpha)}$. Es erhellet daher, daß die

die beſchleunigte Bewegung des Körpers auf der ſchiefen Ebene nur in dem Maße langſamer erfolget, in welchem der Sinus des Neigungswinkels geringer iſt. Wäre z. B. der Winkel $\alpha = 30°$, ſo würde für den Sinus totus $= 1$ der Sinus von $30° = \frac{1}{2}$ ſeyn, und der Körper kann nur in 1 Sekunde ſtatt 15,625 die Hälfte oder $\frac{1}{2} . 15,625 = 7,812$, in 2 Sekunden ſtatt 62,5 nur $\frac{1}{2} . 62,5 = 31,2$ Fuß u. ſ. zurücklegen.

Auf dieſen Gründen beruhet das Verfahren, welches **Galilei** anwendete, um die Geſetze des Falles durch Verſuche beſtimmter zu zeigen, als durch den freyen Fall. Er ließ nämlich auf dem obern ſchmalen Rande einer 12 Ellen langen, $\frac{1}{2}$ Elle hohen und 3 Zoll breiten Pfoſte einen 1 Zoll breiten Canal aushöhlen, welchen er der Glätte wegen mit Pergamen ausfütterte. Er konnte dieſe Pfoſte mit dem einen Ende nach Belieben eine oder mehrere Ellen über den Horizont erheben, und die Zeit bemerken, während derſelben eine glatte meſſingene Kugel entweder längs des ganzen Canals oder nur eines gewiſſen Theils herablief. Zum Zeitmaße gebrauchte er das Gewicht des Waſſers, welches aus dem Boden eines ſehr breiten Gefäßes durch ein Röhrchen abgelaufen war. Bey mehrmahls wiederhohlten Verſuchen fand er durch dieſes Verfahren jederzeit, daß ſich die durchlaufenen Räume wie die Quadratzahlen der Zeiten verhielten.

Wenn (fig. 51.) de eine Horizontallinie iſt, und ein ſchwerer Körper fällt von der Höhe be herab, ſo iſt ſeine in e erlangte Geſchwindigkeit $= 2\sqrt{g . be}$. Nun war $v = 2\sqrt{g . q . \sin . \alpha} = 2\sqrt{g . db . \sin . \alpha} = 2\sqrt{g . be}$, weil $db : de = 1 : \sin . \alpha$ folglich $be = db . \sin . \alpha$ iſt. Ein ſchwerer Körper alſo, welcher von einer ſchiefen Ebene herabſinkt, hat in jeder horizontalen Ebene eine Geſchwindigkeit, welche er in eben dieſer horizontalen Ebene durch den freyen Fall von eben der Höhe erlanget hätte. Wenn demnach verſchiedene Körper von verſchiedenen Ebenen, welche einerley Höhe haben, herabſinken, ſo müſſen ſie zuletzt alle einerley Geſchwindigkeit bekommen. Wäre z. B. ba zehn Mahl länger

länger als bc, ſo würde die beſchleunigende Kraft, welche den Körper längs der Ebene herabtreibt nur $\frac{1}{10}$ von der lothrechten betragen, folglich würde der Körper in der erſten Sekunde den Weg von $\frac{15,625}{10} = 1,5625$ Fuß auf der ſchiefen Ebene zurücklegen, und die nach dieſer Zeit erlangte Geſchwindigkeit $= 2 . 1,5625 = 3,125$ Fuß ſeyn. Betrüge nun die Länge ab $= 25$ Fuß, ſo müßte auch die Zeit, um ſelbige zurückzulegen $= \sqrt{\frac{25}{1,5625}} = \sqrt{16} = 4$ Sekunden, und die zu dieſer Fallhöhe gehörige Geſchwindigkeit $= 4 . 3,125 = 12,5$ Fuß ſeyn. Da nun cb $= \frac{1}{10}$ von ab, folglich $\frac{25}{10} = 2,5$ iſt, ſo wird die Zeit, dieſe ſenkrechte Linie beym freyen Falle zu durchlaufen, $= \sqrt{\frac{2,5}{15,625}} = \sqrt{0,16} = 0,4$ Sekunden. Während dieſer Zeit wächſt aber die Geſchwindigkeit beym freyen Falle auf $0,4 . 31,25 = 12,5$ Fuß, mithin eben ſo viel wie vorhin.

Wenn daher ein Körper von verſchiedenen an einander grenzenden Ebenen ab, bc, cd (fig. 52.) herabſinkt, ſo wird er in d eben die Geſchwindigkeit erhalten haben, die er erlangt hätte, wenn er frey von der ſenkrechten Höhe ag herabgefallen wäre. Denn wenn der Körper die erſte Ebene ab durchlaufen hat, ſo wird er in b die nämliche Geſchwindigkeit erlanget haben, als beym lothrechten Falle in e. Sinkt er nun ferner von der zweyten Ebene bc herab, ſo wird ſeine Geſchwindigkeit in c eben ſo groß ſeyn, als wenn er von der ſenkrechten Höhe bh = ef herabgefallen wäre. Kömmt er endlich in d an, ſo iſt nun ſeine Geſchwindigkeit ſo groß, als er von dem lothrechten Falle ci = fg erhalten hatte. Demnach ſind die Geſchwindigkeiten, welche er durch den Fall auf den verſchiedenen Ebenen zuletzt erhalten hat, ſo groß, als die Geſchwindigkeiten, welche er durch den freyen Fall der ſenkrechten Höhen ae + ef + fg erlangt hätte. Stellt man ſich die Ebenen ab, bc, cd u. ſ. als unendlich klein vor,

ſo erhält man die Vorſtellung von einer ſchiefen krummen Fläche. Weil nun dieſe Schlüſſe bey allen, folglich auch bey unendlich kleinen ſchiefen Flächen, d. h. bey einer ſchiefen krummen Fläche gelten, ſo begreift man leicht, daß ein Körper, welcher auf einer ſchiefen krummen Fläche herabſinkt, zuletzt eben die Geſchwindigkeit erhalten muß, die er erhalten haben würde, wenn er von der ſenkrechten Höhe dieſer Fläche frey herabgefallen wäre.

Will man den Weg beſtimmen, welchen ein Körper in eben derſelben Zeit, welche während des freyen ſenkrechten Falles verfließt, auf einer ſchiefen Ebene zurückleget, ſo ziehe man aus der Spitze des Winkels (fig. 53.) a auf die ſchiefe Ebene bc die ſenkrechte Linie ae, ſo wird be auf der ſchiefen Ebene bc der Weg ſeyn, welcher in eben der Zeit zurückgeleget wird, in welcher der Körper die ſenkrechte Höhe ab frey zurückleget. Denn es verhält ſich der Weg, welchen der Körper in einerley Zeit auf der ſchiefen Ebene zurückleget, zur freyen vertikalen Höhe, wie die Höhe der ſchiefen Ebene ba zu ihrer Länge bc. Weil nun das Dreyeck bae dem Dreyecke abc ähnlich iſt, ſo hat man eb:ba = ba:bc, folglich verhält ſich auch der zurückgelegte Weg auf der ſchiefen Ebene zur freyen vertikalen Fallhöhe = eb:ba. Wenn folglich drey Körper zu gleicher Zeit aus einerley Punkt b nach den Richtungen ba, bc und bd ſich zu bewegen anfangen, ſo werden ſie ſich zu einerley Zeit der erſte in a, der andere in e und der dritte in f befinden.

Wenn (fig. 54.) ab ein vertikaler Durchmeſſer des Kreiſes adbf iſt, und man zieht die Sehnen ac, ad und ae; ſo kann man ſich dieſe als ſchiefe Ebenen vorſtellen, auf welchen ſchwere Körper zu gleicher Zeit herabſinken. Denn wenn die Linien cb, db und eb gezogen werden, ſo ſind c, d und e lauter rechte Winkel. Die Geſchwindigkeiten, welche die ſchweren Körper durch den Fall längs der ſchiefen Ebenen erhalten haben, verhalten ſich wie dieſe Sehnen. Man ziehe nämlich cg, dh und ei horizontal, ſo ſind die Geſchwindigkeiten der ſchweren Körper von den ſchiefen Ebenen einerley

mit den Geſchwindigkeiten, welche ſie durch den Fall von den vertikalen Höhen ag, ah und ai erhalten hätten, und verhalten ſich daher $= \sqrt{ag} : \sqrt{ah} : \sqrt{ai}$. Nun iſt $ag : ac = ac : ab$; $ah : ad = ad : ab$ und $ai : ae = ae : ab$, demnach $\sqrt{ag} = \frac{ac}{\sqrt{ab}}$; $\sqrt{ah} = \frac{ad}{\sqrt{ab}}$ und $\sqrt{ac} = \frac{ae}{\sqrt{ab}}$; und daher das Verhältniß der Geſchwindigkeiten $= \sqrt{ag} : \sqrt{ah} : \sqrt{ai} : = ac : ad : ae$.

Würde ein ſchwerer Körper durch irgend eine Kraft genöthiget, eine ſchiefe Ebene hinaufzuſteigen, ſo verwandelt ſich die gleichförmig beſchleunigte Bewegung in eine gleichförmig verzögerte, und der ſchwere Körper ſteigt auf der ſchiefen Ebene nach eben den Geſetzen hinauf, wie er in der lothrechten Linie in die Höhe ſteigt. Wäre demnach die Geſchwindigkeit gegeben, mit welcher ein Körper genöthiget iſt, die ſchiefe Ebene hinaufzuſteigen, und man will finden, wie hoch er ſteigen werde, ſo ſuche man nur den Weg, welchen er längs der ſchiefen Ebene herabſinken muß, um die gegebene Geſchwindigkeit zu erlangen, eben dieſen Weg wird er mit ſteigender Bewegung zurücklegen müſſen.

Was den Fall der Körper auf beſtimmten krummen Linien anbetrifft, ſo ſetzt dieß Kenntniſſe in der höhern Mathematik voraus, welche hier zu entwickeln viel zu weitläufig ſeyn würde. Ich werde daher nur Einiges, was den Fall der Körper durch Kreisbogen und Bogen der Cykloide angehet, kurz anführen.

Wenn der Durchmeſſer des Kreiſes $ab = \delta$ geſetzet wird, ſo iſt die Zeit, in welcher ein ſchwerer Körper den Weg δ durch den freyen Fall zurückleget, $= \sqrt{\frac{\delta}{g}}$. Wenn nun ein Körper durch irgend einen Kreisbogen eb fällt, ſo lehret die Mathematik, daß hierzu eine Zeit erfordert wird, welche der unendlichen Reihe

$\frac{1}{4}$

$$\tfrac{1}{4}\pi\sqrt{\frac{\delta}{g}}\left(1+(\tfrac{1}{2})^2\cdot\frac{ib}{\delta}+(\tfrac{1}{2}\cdot\tfrac{3}{4})^2\cdot\left(\frac{ib}{\delta}\right)^2+\left(\frac{1\cdot3\cdot5}{2\cdot4\cdot6}\right)^2\cdot\left(\frac{ib}{\delta}\right)^2+ - - \right)$$

gleich iſt, wo π die Zahl 3,14159 — als die Peripherie des Kreiſes für den Durchmeſſer = 1 angenommen iſt. Wird der Bogen eb unendlich klein, ſo verwandelt ſich jene unendliche Reihe in 1, und die Zeit des Falles durch dieſen unendlich kleinen Bogen wird $\frac{1}{4}\pi\sqrt{\frac{\delta}{g}}$; mithin wird ſich dieſe Zeit zur Zeit des freyen Falles durch den Durchmeſſer wie $\frac{1}{4}\pi : 1$ oder faſt wie 785 : 1000 verhalten. Würde der Kreisbogen, wodurch der Körper herabfällt, dem Quadranten oder dem vierten Theile der Peripherie gleich, ſo verwandelt ſich ib in $\frac{1}{2}\delta$, folglich wird die Zeit des Falles durch den Quadranten =

$$\tfrac{1}{4}\pi\sqrt{\frac{\delta}{g}}\left(1+(\tfrac{1}{2})^2\cdot\tfrac{1}{2}+(\tfrac{1}{2}\cdot\tfrac{3}{4})^2\cdot\tfrac{1}{4}+\left(\frac{1\cdot3\cdot5}{2\cdot4\cdot6}\right)^2\cdot\tfrac{1}{4}+ - - \right)$$

Weil nun das Produkt von $\frac{1}{4}\pi$ in dieſe unendliche Reihe kleiner als 1 wird, ſo ſieht man, daß alsdann die Zeit kleiner ſeyn muß als die Zeit des Falles durch den Durchmeſſer δ oder kleiner als $\frac{\delta}{g}$. Da ferner die Sehne des Quadranten eine eben ſo große Zeit wie der Durchmeſſer erfordert, wenn ein Körper von ſelbiger herabfallen ſoll, ſo iſt auch die Zeit des Falles durch den Quadranten kleiner als die Zeit des Falles durch ſeine Sehne, obgleich der Quadrant größer als ſeine Sehne iſt. Galilei kannte dieſen Satz ſchon, und bewieß noch außerdem, daß die Zeit des Falles durch den Quadranten geringer ſey, als der Fall durch zwey oder drey oder mehrere im Quadranten gezogene Sehnen. Allein er zog hieraus die irrige Folge, daß der Quadrant die Curve ſey, welche den Körper von k bis b in der möglichſt kürzeſten Zeit führe.

In der höhern Mechanik wird erwieſen, daß ein ſchwerer Körper in Bogen einer krummen Linie, ſie mögen ſo lang

oder ſo kurz ſeyn als man will, welche die **Cykloide** oder **Radlinie** genannt wird, und deren Eigenſchaften in der höhern Geometrie unterſuchet werden, in gleichen Zeiten herabfallen, daher auch dieſe Linie die **tavtochroniſche Linie** oder **die Linie von einerley Zeiten des Falles** genannt wird. Wenn nämlich die Cykloide durchs Hinrollen eines Kreiſes, deſſen Durchmeſſer $= \delta$ iſt, auf einer geraden Linie beſchrieben wird, ſo fällt ein jeder ſchwerer Körper durch einen jeden Bogen der Cykloide in gleicher Zeit, welche $= \frac{1}{2}\pi\sqrt{\frac{\delta}{g}}$ iſt. **Huygens** entdeckte die Eigenſchaft bey Unterſuchung der Cykloide zuerſt, und machte davon Anwendungen auf die Pendeln. M. ſ. **Pendel.**

M. ſ. **Käſtners** Anfangsgründe der höhern Mechanik. Zweyte Aufl. Götting. 1793. an verſchiedenen Stellen.

Farben (colores, couleurs). Der Begriff von Farben iſt einfach und gar keiner Erklärung fähig. Sie betreffen allein die Empfindungen des Geſichtes, welches wegen der verſchiedentlichen Brechung des Lichtes auch verſchiedentlich afficiret wird. Die Erfahrung verläßt uns aber ganz, wie es nämlich zugehe, daß das Licht nach der Brechung in einem Mittel Empfindungen des Geſichtes bewirke, welche mit den Vorſtellungen verſchiedener Farben verbunden ſind. Wir müſſen uns daher begnügen, bey den Phänomenen ſtehen zu bleiben, welche uns die Erfahrungen lehren, und welche vorzüglich **Newton** ſo ſchön gezeiget hat. Hypotheſen über die Theorie der Farben hat es genug gegeben, und es erfordert der Zweck, dieſe ſo viel als möglich kurz anzuführen.

Plutarch *) führet einige ſehr unvollſtändige Begriffe der alten Philoſophen von den Farben an: er ſaget, die **Pythagoräer** nannten die Farben die Oberfläche des Körpers, **Empedokles** das, was mit den Ausflüſſen des Geſichtes übereinſtimmt, **Plato** eine Flamme von den Körpern, deren Theile mit dem Geſichte ſymmetriſch ſind. **Epikur**

*) De placitis philoſophorum. lib. I. cap. 15.

tur führt ſchon einen mehr newtoniſchen Gedanken an, daß nämlich die Farben nichts Eigenthümliches der Körper ſeyn, ſondern aus gewiſſen Lagen ihrer Theilchen gegen das Auge entſtehen. Dieß folgte aus ſeiner Lehre von den Atomen, die er nicht gefärbt wiſſen wollte, und **Lucretius** gibt zur Erläuterung die Farben an den Hälſen der Tauben und in dem Schwanze des Pfauen an. **Ariſtoteles** α) ſaget, das Licht iſt etwas Durchſichtiges, aber nicht ſo für ſich, ſondern durch die Farbe eines andern Körpers, Farbe aber das, was das Durchſichtige in Bewegung ſetze. Die Farbe beweget etwas, was durchſichtig iſt, wie die Luft, und dieſes als etwas Zuſammenhängendes beweget den fühlenden Sinn. Das Auge kann nicht unmittelbar von der Farbe gerühret werden, es muß ein Mittel da ſeyn; wäre ein leerer Raum dazwiſchen, ſo würde das Auge gar nicht ſehen. Unter den Römern führet **Seneka** β) an, daß das Licht der Sonne, welches durch ein eckiges Stück Glas falle, alle Farben des Regenbogens ſpiele. Er bemerket aber dabey, daß dieß keine wahre, ſondern falſche Farben ſeyn, dergleichen man an dem Halſe einer Taube ſähe, welche ſich mit der Lage des Halſes veränderten. Eben ſo nähme auch ein Spiegel, der für ſich farbenlos iſt, die Farbe eines jeden Körpers an.

Descartes γ) Vorſtellung von den Farben hängt von der Vorſtellung, die er ſich vom Lichte machte, ab. Er gab nämlich dem Lichte zweyerley Bewegungen, eine geradlinige und eine drehende. Wenn die drehende ſtärker als die geradlinige iſt, ſo ſoll nach ſeiner Meinung die rothe Farbe entſtehen; wenn die geradlinige aber ſtärker iſt, die blaue; und wenn beyde Bewegungen gleich ſind, die gelbe. Aus dieſen drey Farben läßt er die übrigen nach Maßgabe der unterſchiedlichen Miſchungen ſich erzeugen. Uebrigens macht er den nicht unrichtigen Unterſchied zwiſchen ſchwarz und weiß, und bemerket, daß das Schwarze die auffallenden Strahlen erſticke oder auslöſche, da das Weiße hinge-

α) De mente lib. II. cap. 7.
β) Quaeſtion. natural. lib. I. cap. 7.
γ) Dioptrica p. 46. et de homine. p. 66.

hingegen ſich zurückwerfe; eine Veränderung der Zurückwerfung aber verurſache die übrigen Farben. Weil er ſich das Licht als die Bewegung eines flüſſigen Weſens vorſtellte, auf welche Art es viele Aehnlichkeit mit dem Schalle hat, ſo vergleicht er die Wirkung der dem Auge ſo angenehmen grünen Farbe mit der Octave in der Muſik, ſo wie die übrigen Farben mit den künſtlichen Accorden eines muſikaliſchen Stücks.

Boyle *) war der erſte, welcher über die Farben Verſuche anſtellte, und eben dieſe gaben ihm zu behaupten die Veranlaſſung, daß die Farben, ſo lebhaft ſie auch wären, ſich bloß auf der Oberfläche der Körper befänden. Er meint daher, ſie beſtehen bloß in einer Modifikation des von dieſer Fläche zurückgeworfenen Lichtes, und machten keine inhärirende Eigenſchaften der Körper aus. Dieſerwegen glaubt er auch, daß eine Verſchiedenheit der Farben nicht allemahl einen großen Unterſchied des innern Gewebes der Körper anzeige, jede gebe aber oft ein Merkmahl beträchtlicher Veränderungen in der Lage der Theile gegen einander ab, welches aus den Ausziehungen der Tinkturen erhelle, wobey die Veränderung der Farbe das vornehmſte und oft einzige Zeichen ſey, nach welchem der Künſtler ſich bey ihrer Zubereitung richte. Beyſpiele hiervon gibt er an den Pflanzen, deren äußerliche Theile nach und nach, wenn ſie zur Reife gelangen, eine Farbe nach der andern annehmen, an dem Stahl beym Härten, und bey dem geſchmolzenen Bley, welches an der Oberfläche die ſchönſten glänzenden Regenbogenfarben zeige. Ueber den Unterſchied von ſchwarz und weiß erkläret er ſich eben ſo wie Descartes, und führet dabey noch viele Beyſpiele zur Beſtätigung dieſer ſeiner Meinung an; weißes Papier nämlich entzünde ſich durch gemeine Brenngläſer entweder gar nicht oder langſam, oder es verfärbe ſich; ein dünner ſchwarzer Handſchuh gegen die Sonne gehalten erwärme weit geſchwinder die Hand, als

*) Hiſtoria colorum experimentalis incepta in d. opp. *Boylii* Genev. 1680. 4.

als ſie bloß, oder mit einem dünnen weißen ledernen Handſchuh dagegen gehalten; ein großer Brennſpiegel von ſchwarzem Marmor blende und zünde nicht; ein zur Hälfte ſchwarz gefärbter Dachziegel werde in der Sonne ungleich heißer, als der zur andern Hälfte weiß gefärbte, und ein ſchwarz ausgeſchlagenes Zimmer mache dieſes nicht nur dunkeler ſondern auch wärmer. Auch führet er noch ein Beyſpiel von einem glaubwürdigen Manne an, welcher in einem heißen Erdſtriche ſchwarz gefärbte Eyer in kurzer Zeit gar gemacht habe. Auch bemerkte **Boyle** einen offenbaren Unterſchied der Farben an verſchiedenen Körpern, wenn man ſie ein Mahl im Sonnenlichte, und hernach im Mondenlichte betrachtete. Gelbes Papier ſchien im Mondenlichte weit bläſſer als am Tage, rothes veränderte ſich wenig, dunkelgrünes ſchien dunkelblau, und gegen dunkelblaues gehalten grünlich, und gegen gelbes noch blauer als zuvor, blaues fiel in dunkelpurpur, purpurnes veränderte ſich wenig, rothes endlich in gelbes gehalten machte dieſes faſt wie braunes Packpapier.

Dr. **Hook** *) nimmt nur zwey Hauptfarben an, nämlich blau und roth, und betrachtete die übrigen als Vermiſchungen dieſer beyden Hauptfarben Blau, ſagt er, iſt der Eindruck einer ſchiefen und verworrenen Erſchütterung des Lichtes auf der Netzhaut, deren ſchwächerer Theil vorangehet, der ſtärkere nachfolget; roth iſt der Eindruck einer ſolchen Erſchütterung, davon der ſtärkere vorangehet und der ſchwächere folget. Die Vorſtellung einer Farbe werde durch die Empfindung einer ſchiefen oder ungleichen Erſchütterung des Lichtes erreget, welche nur zweyerley ſeyn kann, weil ſie nur zwey Seiten hat. Dabey ſeyn aber unendliche ſtufenweiſe Abwechſelungen möglich. Jede der beyden Hauptfarben fangen mit Weiß an und endigen ſich, eine mit dem dunkelſten Scharlach oder Gelb, die andere mit dem dunkelſten Blau. Dieſe ſeine Behauptung von zwey Hauptfarben ſuchte er durch einen Verſuch zu beſtätigen; er füllte

*) Micrographia. p. 64.

füllte nämlich ein gläſernes prismatiſches Gefäß mit einer ſtarken Kupferſolution, welches ein ſchönes Blau gab, und ein anderes mit einer ſtarken Tinktur von Aloe, welche ein ſchönes Roth ward. Da nun an den Ecken dieſer Gefäße die Farben ſchwächer, und in der Mitte dunkler waren, ſo glaubte er alle mögliche Abänderungen der Farben dadurch hervorzubringen, wenn er zwey Seiten zuſammen und die Ecken nach entgegengeſetzten Seiten ſtellete, und an verſchiedenen Stellen durchſähe. Allein er ward in ſeiner Vermuthung getäuſcht, und fand vielmehr, daß beyde Prismen zuſammengehalten undurchſichtig wurden.

De la Hire *) erkläret alle Verſchiedenheiten der Farbe aus der Verſchiedenheit der Stärke, womit das Licht den Sehenerven trifft; was dieſen Eindruck ſchwäche, verändere auch die Farbe. So ſcheine das rothe Blut blau, wegen der darüberliegenden Haut; die Luft, die von den Sonnenſtrahlen ein weißes Licht erhalte, ſcheine wegen des ſchwarzen Grundes des unerleuchteten Weltraumes blau u. ſ. w. Dieſe und dergleichen Bemerkungen wurden von de la Hire zu einer Zeit gemacht, da ſchon lange die ſo merkwürdigen Verſuche Newtons in Anſehung der Farben bekannt gemacht waren, und eine allgemeine Aufmerkſamkeit erreget hatten.

Als Newton im Jahr 1666 die verſchiedene Brechbarkeit der Lichtſtrahlen entdeckte, womit zugleich die Verſchiedenheit der Farben verbunden war, ſo ſuchte er darauf eine Theorie zu bauen, welche umſtändlicher angeführet zu werden verdienet.

Es iſt bereits unter dem Artikel **Brechbarkeit** aus den daſelbſt angegebenen Verſuchen Newtons geſchloſſen worden, daß nicht allein das Sonnenlicht, ſondern auch das von verſchiedenen Körpern zurückſtrahlende Licht nach Beſchaffenheit ſeiner Farbe eine verſchiedene Brechbarkeit beſitze. Hieraus leitete er eine Theorie von Farben ab, welche er der königlichen Societät zu London mit den Verſuchen über das Licht

*) Mémoire de l'Académie roy. des ſcienc. de Paris. an. 1711.

Licht zugleich bekannt machte *). Dieſe ſeine Gedanken über die Beſchaffenheit der Farben ſtellte er in eine Reihe von Sätzen zuſammen, davon die wichtigſten folgende ſind:

1. Die Farben ſind nicht Modifikationen des Lichtes durch die Brechung und Zurückwerfung, welche es von den Körpern erleidet, ſondern urſprüngliche und eigenthümliche Eigenſchaften derſelben, welche in verſchiedenen Strahlen verſchieden ſind. Verſchiedene Strahlen haben das Vermögen, die Empfindung der rothen Farbe, und keiner andern; einige der gelben Farbe, und keiner andern; einige der grauen, und keiner andern u. ſ. f. zu erwecken. Nicht allein die kenntlichſten Farben haben ihre eigenen Strahlen, wodurch ſie hervorgebracht werden, ſondern alle dazwiſchen fallende Schattirungen haben dergleichen.

2. Mit ein und dem nämlichen Grade der Brechbarkeit des Lichtes iſt jederzeit dieſelbe Farbe verbunden, und umgekehrt.

3. Die nämliche Gattung von Farben bey demſelben Grade der Brechbarkeit des Lichtes ließ ſich weder durch Brechung noch durch Zurückſtrahlung, noch durch irgend eine andere Urſache verändern. So bald homogenes oder einfaches Licht von dem ungleichartigen abgeſondert war, ſo behielt es nachher ſeine Farbe, ſo viele Bemühungen er auch es zu verändern anwandte. Durch Zuſammenziehung und Zerſtreuung wurde es zwar heller und matter; allein die Gattung blieb unveränderlich.

4. Durch die Vermiſchung ungleichartiger Lichtſtrahlen laſſen ſich Farben zu Wege bringen, welche zwar den homogenen oder einfachen Farben ähnlich zu ſeyn ſcheinen, allein das Unveränderliche des einfachen Lichtes auf keine Weiſe beſitzen; vielmehr werden ſie wieder durchs Prisma in die einfachen Farben, die ſie vor der Vermiſchung hatten, zerleget. Wenn z. B. blaues und gelbes Pulver wohl mit einander vermiſcht ſind, ſo zeiget ſich dieſe Miſchung dem bloßen Auge grün, und gleichwohl ſind die Farben der einzelnen Theile

*) Philoſoph. tranſact. Num. 80 ſqq. 1672–1688.

Theile dabey nicht wirklich verändert, ſondern nur mit einander vermenget, weil ſie durchs Mikroſcop noch immer blau und gelb erſcheinen.

5. Diejenigen Farben, welche durch die Brechung im dreyſeitigen Prisma entſtehen, nennt **Newton einfache, gleichartige, homogene Farben, Grundfarben, prismatiſche Farben, urſprüngliche Farben.** Dieſe Grundfarben ſind nach der Ordnung der geringſten Brechbarkeit angerechnet roth, orange, gelb, grün, blau, indigo und violet nebſt einer unendlichen Menge von Schattirungen zwiſchen dieſen. Wenn dieſe mit einander gemiſcht werden, ſo heißen ſie **gemiſchte** oder **zuſammengeſetzte**, wovon einige den Grundfarben ähnlich ſind, ob ſie gleich jederzeit durchs Prisma wieder in einfaches Licht zerleget werden können.

6. Wenn Farben, welche in der Reihe der prismatiſchen nicht gar zu weit von einander entfernet ſind, mit einander vermiſchet werden, ſo werden ſie einander ſo verändern, daß die in der Mitte zwiſchen ihnen liegende Farbe daher entſtehet. Dieß geſchiehet aber nicht, wenn ſie zu weit auseinander liegen. So geben gelb und blau grün, roth und gelb orange, orange und gelblichgrün gelb u. ſ. f. hingegen orange und indigo geben nicht das zwiſchen ihnen liegende grün, roth und blau nicht gelb u. ſ. f.

7. Keine Farbe iſt auf eine ſo beſondere und wunderbare Art zuſammengeſetzet wie die weiße. Dieſe hervorzubringen werden alle Grundfarben nach gewiſſen Verhältniſſen der Miſchung erfordert. Es iſt ſchon unter dem Artikel **Brechbarkeit** der Verſuch von **Newton** angeführet worden, daß nämlich ein auf beyden Seiten erhabenes Linſenglas die hinter dem Prisma aufgefangenen Strahlen in dem Brennraume in ein kreisrundes weißes Bild ſammle. Wird bey dieſen Verſuchen das weiße Papier, welches die Lichtſtrahlen hinter dem Linſenglaſe auffängt, hin und her beweget, ſo wird man dadurch gar leicht wahrnehmen, wie ſich die Farben der Weiße allmählig nähern, und ſich endlich darin verlieren; und wie die

die Strahlen jenſeits der Stelle der völligen Weiße, wo ſie ſich kreuzten, wieder aus einander fahren, und nur in umgekehrter Ordnung dieſelben Farben wie dieſſeit des weißen Bildes darſtellen. Wenn man eine oder mehrere Farben auffängt, ehe ſie noch in Brennraum kommen, ſo wird ſtatt der Weiße eine andere gemiſchte Farbe entſtehen.

Hieraus folgert nun **Newton**, daß Weiß, die gewöhnliche Farbe des Lichtes, eine Vermiſchung aller Lichtſtrahlen von allen Farben ſey, welche von den verſchiedenen Theilen leuchtender Körper herkommen. Sind alſo die einfachen Strahlen in dem gehörigen Verhältniſſe der Miſchung vorhanden, ſo entſteht daraus die weiße Farbe; iſt aber eine Gattung vor der andern in größerer Menge da, ſo wird die Farbe des Lichtes ſich nach der Farbe dieſer Strahlen hinneigen, wie z. B. bey der blauen Farbe des Schwefels, der gelben Flamme einer Kerze u. ſ. f.

Daß das Weiß wirklich aus allen Farben zuſammengeſetzet ſey, ſucht er noch aus verſchiedenen Verſuchen zu erweiſen; außer dem weißen Lichte, welches er aus den verſchiedentlich gefärbten Sonnenſtrahlen hervorbrachte, nahm er verſchiedene gefärbte Materien, und vermiſchte dieſe in eben dem Verhältniſſe zu einander, wie er die Farben im Sonnenlichte angetroffen hatte; die gefärbten Pulver, deren er ſich bediente, zeigten zwar anfänglich nur eine grauliche Farbe; allein es war wirklich ein dunkeles Weiß, oder Weiß mit Schatten vermengt. Denn ſo bald er die Miſchung in ein ſtarkes Licht ſtellete, ſo ward ſie glänzend weiß [a]).

Aus dieſen auf Verſuche ſich gründenden Sätzen ſucht nun **Newton** verſchiedene Phänomene in ein größeres Licht zu ſtellen. Zuerſt beſtimmt er, wie es zugehe, daß an einem Gegenſtande, welchen man durch ein Prisma betrachtet, allein der Rand mit gewiſſen Farben und in einer gewiſſen Ordnung gefärbt erſcheine; hierauf ſucht er die Erſcheinungen des Regenbogens nach ſeiner Farbentheorie zu erklären. M. ſ. **Regenbogen**.

Wenn

a) *Newtoni* optices lib. I. P. 2. prop. 5.

Wenn man durch ein dreyſeitiges Prisma Gegenſtände betrachtet, ſo findet man die Ränder von allen mit Farben eingefaßt, es mag entweder ein heller Gegenſtand auf einem ſchwarzen Grunde, oder ein dunkler auf dem weißen ſich befinden. Nimmt man z. B. ein weißes Blatt Papier (fig. 55.) a b c d, und betrachtet ſelbiges durch ein Prisma, deſſen Schärfe nach unten gekehret iſt, auf einem dunkeln Grunde; ſo erſcheinet das ganze Papier weiß, aber bey c d ſieht man einen violetten und gegen innen einen blauen, bey a b aber einen rothen und nach innen einen gelben Rand. Stellt man ſich nämlich auf dem Papiere unzählig viele mit a b und c d parallele weiße Linien vor, ſo wird eine jede dieſer Linien durch das Prisma in einen gefärbten Streifen getheilet; allein die obere Hälfte eines jeden ſolcher Farbenſtreifen fällt mit der untern Hälfte des zunächſt darüber und die untere Hälfte mit der obern des zunächſt darunter befindlichen Farbenſtreifen zuſammen, und weil alle dieſe Farbenſtreifen gleich hell ſind, ſo ſieht das Auge überall nichts als die weiße Farbe; aber oben bey a b und unten bey c d ſind Schatten; alſo ſieht das Auge oben die eine, und unten die andere Hälfte des Farbenbildes vom Papiere deutlich. Hätte das Papier die geringſten Falten oder ſonſt irgend einen Schatten, ſo zeigen ſich auf einer ſolchen Stelle aus eben dem Grunde ſogleich Farben. Betrachtet man hingegen ein dunkeles Blatt auf einem weißen Grunde, ſo wie vorher, durchs Prisma, ſo findet man die gefärbten Ränder umgekehrt, weil ſie von dem weißen Grunde kommen. Dieſemnach wird eine viereckige Fenſterſcheibe in einem Fenſter durch ein mit der ſcharfen Seite nach unten gekehrtes Prisma unten einen violetten und blauen, oben einen rothen und gelben Rand zeigen. Betrachtet man aber einen Streifen Fenſterbley, alſo einen dunkeln Gegenſtand, zwiſchen zwey hellen Scheiben, ſo nimmt man oben einen blauen und darunter einen violetten, unten hingegen einen rothen und um dieſen einen gelben Rand gewahr. Ob man nun gleich nach dem gemeinen Sprachgebrauch in dieſem letzten Falle die Ränder des Streiſens als Ränder des dunkeln

Streifens betrachtet, ſo folgt doch aus dem Geſagten, daß man keines Weges ſich vorſtellen müſſe, als ob die farbigen Ränder aus dem Dunkeln entſtänden. Der Optiker muß vielmehr die Sache ſo betrachten, als ob die Ränder eigentlich dem Hellen zugehörten, um ſich durch gewiſſe Erſcheinungen nicht irre führen zu laſſen. Aus dem Angeführten iſt auch nun leicht zu begreifen, daß ein ſchmaler ſchwarzer Streifen auf weißem Grunde ganz verſchwinden kann, wenn man ihn durchs Prisma betrachtet, weil ihn der weiße Grund von beyden Seiten mit ſeinen farbigen Rändern bedeckt.

Endlich wendet auch **Newton** ſeine Farbentheorie zur Beſtimmung der verſchiedenen Farben natürlicher Körper an. Die Farben dieſer Körper entſtehen daher, daß einige Körper einige Gattungen von farbigen Strahlen heftiger als andere zurückwerfen. So ſendet z. B. Mennige die am wenigſten brechbaren oder rothen, am häufigſten zurück, und ſcheint daher roth; Veilchen werfen die am meiſten brechbaren oder die violetten am häufigſten zurück, und überhaupt werfen alle Körper diejenigen Strahlen, welche zu ihren eigenen Farben gehören, häufiger als die andern zurück. Dieſes Geſagte ſucht er dadurch zu beſtätigen, weil Körper, welche in das durchs Prisma abgeſonderte mit ihnen gleichartige Licht geſtellet werden, am lebhafteſten und glänzendſten ausſehen. So ſieht Zinnober in dem rothen Lichte am lebhafteſten aus, im grünen Lichte nicht ſo ſehr, und im blauen noch weniger. Auch durchſichtige, gefärbte Flüſſigkeiten pflegen ihre Farbe nach der Dicke zu ändern. Auf dieſe Weiſe ſcheint in einem kegelförmigen Gefäße eine rothe Flüſſigkeit, welche man zwiſchen das Licht und das Auge hält, unten zunächſt dem Boden, wo ſie dünner iſt, blaßgelb; etwas höher, wo ſie dicker iſt, orangefarbig; wo ſie noch dicker iſt, roth; und wo ſie am dickſten iſt, ſehr dunkelroth. Man muß ſich alſo vorſtellen, daß eine ſolche Flüſſigkeit die indigo- und vielfarbigen Strahlen am leichteſten, die blauen und grünen nicht ſo leicht und die rothen am wenigſten aufhalte. Hieraus erkläret auch **Newton** den oben angegebenen Verſuch des Dr.

Hook mit zwey gläſernen Prismen, die er mit einer rothen und blauen Flüſſigkeit angefüllet hatte, und welche für ſich durchſichtig, zuſammengehalten aber undurchſichtig waren. Denn wenn die eine Flüſſigkeit nur die rothen, und die andern nur die blauen Strahlen durchläßt, ſo können auch beyde zuſammen gar kein Licht mehr durchlaſſen, und erſcheinen daher undurchſichtig.

Da alſo die Körper eine gewiſſe Farbe zeigen, weil ſie Strahlen von einer gewiſſen Gattung in größerer Menge als andere durchlaſſen oder zurückwerfen, ſo nimmt **Newton** an, daß ſie die nicht durchgelaſſenen oder zurückgeworfenen Strahlen aufhalten und gleichſam verſchlucken. Bey dünnen Körpern geht noch etwas von dieſem Lichte hindurch; und ſo ſcheint das Blättchengold grünlichblau, wenn man durch ſelbiges in ein Licht ſiehet; dichtes Gold hingegen verſchluckt oder vernichtet die blauen Strahlen, und wirft nur die gelben zurück, daher es auch gelb ausſiehet. Eine ähnliche Bewandtniß hat es mit gewiſſen Flüſſigkeiten und einigen Arten von Glas, welche gewiſſe Gattungen von Strahlen in größerer Menge durchlaſſen, und andere häufiger zurückſenden, daß ſie daher nach der Lage des Auges gegen das Licht verſchiedentlich gefärbt ſcheinen.

Es gibt auch Körper, welche das auf der Oberfläche derſelben zurückſtrahlende Licht zu gleicher Zeit brechen; dieſe erſcheinen in verſchiedener Richtung betrachtet verſchiedentlich gefärbt, wie z. B. die Pfauenfedern, die Federn am Halſe der Tauben, der Schillertaffet u. d. g. Auch gibt es durchſichtige Körper, welche andere Strahlen zurückſenden, als ſie durchlaſſen; dieſe erſcheinen bey dem reflektirten Lichte in einer ganz andern Farbe als beym gebrochenen Lichte. So läßt unſere Luft das meiſte weiße Licht hindurch, reflektirt aber auch zugleich in großer Entfernung blaues Licht, und ſieht daher im reflektirten Lichte blau aus.

Newtons Farbentheorie fand gleich anfänglich verſchiedene Widerſprüche. Dr. Hook war einer mit von den erſten, welcher **Newtons** neue Gedanken mit Heftigkeit

beſtritt,

beſtritt, und behauptete dagegen eine vom **Descartes** entlehnte und veränderte Hypotheſe, nach welcher die Farben nur in den Schwingungen eines ätheriſchen Mittels beſtehen ſollten. Unter den Ausländern war Pater **Pardies** der erſte, welcher **Newtons** Lehre vom Lichte und Farben angriff, der aber bald durch **Newton** ſelbſt in gewechſelten Schriften ſeines Irrthums überführet wurde. Vorzüglich aber war **Mariotte** ein ſtarker Gegner gegen die Farbentheorie **Newtons**, indem ihm alle die Verſuche, welche **Newton** zur Begründung ſeiner Theorie angeſtellet hatte, auf keine Weiſe gelingen wollten; daher auch ſelbſt **Leibnitz** dem **Newton** die Veranlaſſung gab, die Schwierigkeiten, welche **Mariotte** angegeben habe, zu heben. Dieſerwegen erſuchte **Newton** den **Deſaguliers**, die **Mariotten** mißglückten Verſuche von neuem vorzunehmen, der ſie auch vor der königlichen Societät der Wiſſenſchaften zu London mit dem beſten Erfolge ausführte. Nach einiger Zeit ſtand dennoch der Italiäner, **Rizetti** gegen **Newton** auf, welcher behauptete, einige von **Newtons** Verſuchen falſch und andere ohne Beweis gefunden zu haben; dagegen führte er andere Verſuche an, die jenen gerade entgegen zu ſeyn ſchienen. Allein dieſer fand an dem damahligen Profeſſor **Richter** in Leipzig einen geſchickten Vertheidiger α). Deſſen ungeachtet erneuerte **Rizetti** ſeine Angriffe in einem eigenen Werke β), welche von neuem veranlaßten, daß **Deſaguliers** im Jahr 1728. ſeine Verſuche noch ein Mahl wiederhohlte, und noch einige neuere zur Beſtätigung beyfügte.

Nachher ſind **Newtons** Verſuche von mehreren Naturforſchern mit dem glücklichſten Erfolge wiederhohlet worden. Sie erfordern freylich viele Vorſicht, wenn ſie gelingen ſollen, ein vollkommen reines gläſernes Prisma und ein ganz dunkeles Zimmer.

In den neuern Zeiten hat ſich vorzüglich Herr **Wünſch** zu Frankfurth an der Oder mit dieſen Verſuchen beſchäftiget,

α) Acta erudit. Lipſ. ſupplem. Tom. VIII. p. 127. u. 226.
β) De luminis affectionibus. Venet. 1727. 8.

get, und daraus zu folgern ſich berechtiget geglaubt, daß es nicht ſieben Grundfarben, ſondern nur drey gebe. Schon in ſeinem erſten Bande ſeiner kosmologiſchen Unterhaltungen äußerte er den Gedanken, daß nur drey Grundfarben Statt fänden; nachher aber hat er dieſe ſeine Meinung in einer eigenen Schrift *) durch viele merkwürdige Verſuche zu beſtätigen geſuchet. Er behauptet in ſelbiger, daß das weiße Licht nur aus drey Grundfarben beſtehe, nämlich **Roth, Grün** und **Veilchenblau**, das Pomeranzengelbe und Gelbe aber eine Miſchung aus Grün und Roth, das Hochblaue und Indigoblaue eine aus Grün und Veilchenblau ſey. Seine Verſuche verdienen allerdings eine genaue Wiederhohlung um ſo mehr, da ſie **Newtons** Farbenlehre nur einfacher machen, aber nicht ſeiner Theorie von der verſchiedenen Brechbarkeit des Lichtes widerſprechen. Herr **Wünſch** hat zu ſeinen Verſuchen fünf gleiche und ähnliche Prismen, welche einerley Maße hatten, gebrauchet. Sie lagen in einem Geſtelle über einander, ſo daß ihre Axen in einerley vertikalen Ebene parallel waren, und alle Mahl $1\frac{1}{2}$ Zoll weit von einander abſtanden. Sie ließen ſich nach Gefallen um die Axe drehen und alſo ſtellen, daß auf ein Prisma ein Strahlencylinder und auf mehrere Prismen auch mehrere Strahlencylinder fallen gelaſſen, die Farben, welche ſie machten, abgeſondert, und nach Belieben verſchiedene Farben durch verſchiedene Prismen wieder zuſammengebracht werden konnten. Wenn nun dieſes Zuſammenbringen der Strahlen eine Farbe zu Wege bringt, welche ſich durchs Prisma betrachtet oder auch weiter gebrochen, wieder in andere Farben zerſtreuet, ſo wird alsdann daraus der Schluß gezogen, daß dieſe Farbe gemiſcht, im entgegengeſetzten Falle aber, daß ſie einfach ſey.

Die Erſcheinungen der farbigen Säume und Ränder, welche, helle Körper auf ſchwarzem, und dunkele Körper auf hellem Grunde durchs Prisma betrachtet, wahrgenommen werden,

*) Verſuche und Beobachtungen über die Farbe des Lichtes. Leipzig 1792. 4.

werden, ſind mit ihren mannigfaltigen Abwechſelungen, die hierbey Statt finden, vom Herrn **von Göthe** [α]) geſammelt und beſchrieben worden. Die vorzüglichſten Phänomene, auf welche ſich die übrigen alle beziehen, ſind nach Herrn **Gren** [β]) folgende:

1. Weiße, einfarbige und ſchwarze Flächen, wenn ſie durchaus gleichförmig ſind, zeigen durchs Prisma keine Farben; wohl aber zeigen ſie dieſe an allen Rändern.

2. Ein vertikaler weißer Streif auf ſchwarzem Grunde erſcheinet, wenn der brechende Winkel des Prisma nach unten gekehret iſt, oben mit einem rothen und gelben und unten mit einem hellblauen und violetten Saume; die beyden letztern ſtrahlen ins Schwarze hinein.

3. Wenn ein weißer Streifen nicht zu breit iſt und horizontal liegt, oder mit der Axe parallel geht, ſo erblickt man gar kein Weiß mehr, ſondern von oben herab gerechnet einen rothen, gelben, blauen und violetten Streifen; und iſt das Prisma weit genug entfernet, ſo iſt auch noch ein grüner Streifen in der Mitte zwiſchen dem Gelben und Halbblauen, oder der gelbe Streifen wird ganz zu einem grünen.

4. Wenn der brechende Winkel des Prisma nach unten gerichtet iſt, ſo zeigen ſich in einem ſchwarzen Streifen auf weißem Grunde jene Erſcheinungen umgekehrt. Liegt nämlich der ſchwarze Streifen vertikal, ſo hat er oben einen hellblauen und violetten, unten aber einen gelben und rothen Saum; die beyden letztern Farben ſtrahlen in das Weiße hinein.

5. Wenn dieſer ſchwarze Streifen horizontal oder mit der Axe des Prisma parallel liegt, ſo erſcheinet er durchs Prisma betrachtet ganz bedeckt, nämlich von oben herab gerechnet mit einem hellblauen, violetten, rothen und gelben Streifen. Iſt er vom Prisma hinlänglich weit entfernet, ſo wird die hochrothe Farbe pfirſchichblüthroth.

α) Beyträge zur Optik. Weimar kl. 8. erſtes Stück 1791. zweytes Stück 1792.

β) Grundriß der Naturlehre. §. 737.

6. Wenn der brechende Winkel des Prisma nach oben gerichtet iſt, ſo zeigen ſich alle die von n. 1. bis 5. angeführten Erſcheinungen umgekehrt, ſo daß z. B. im erſten Falle der weiße Streiſen auf ſchwarzem Grunde oben mit einem violetten und hellblauen, und unten mit einem gelben und rothen Saume umgeben iſt u. ſ. w.

Alle dieſe Phänomene zeigt der Herr **von Göthe** an beſondern Karten, wo Weiß und Schwarz auf mannigfaltige Art mit einander abwechſeln. Die Verbreitungen der Ränder eines Streifens über dem angrenzenden ſchwarzen oder weißen Grunde nennt er **Strahlungen.** Aus allen ſeinen angeſtellten Verſuchen zieht er die Folge, daß Blau ein wenig ins Weiße, Roth ein wenig ins Schwarze, Violet viel ins Schwarze, Gelb viel ins Weiße hineinſtrahle. Im zweyten Stücke ſeiner Beyträge zur Optik beſchreibet er auch die Verſuche mit grauen und farbigen Flächen auf weißem und ſchwarzem Grunde, welche beſonders durch eine große colorirte Tafel vorgeſtellet werden. Wenn die farbige Fläche mit dem farbigen Rande durchs Prisma betrachtet homogen iſt, ſo zeigt ſich die Fläche vergrößert, im entgegengeſetzten Falle aber verkleinert und unrein. Eine Quadratfläche roth gefärbt, welche halb auf einem ſchwarzen und halb auf einem weißen Grunde lieget, erſcheinet durchs Prisma betrachtet an dem Theile des obern Randes, welcher auf dem weißen Grunde ſich befindet, merklich tiefer als am andern Theile, welcher auf dem ſchwarzen Grunde lieget, obgleich beyde eine gerade Linie ausmachen.

Der Herr **von Göthe** iſt geneigt zu glauben, daß die Farbentheorie **Newtons** zur Erklärung dieſer Phänomene nicht ausreiche, weil man hier durchs Prisma ſo wohl Schwarz als Weiß, ſo wohl Dunkel als Licht in Farben aufgelöſet ſähe. Allein aus dem oben bereits Angeführten erhellet hinlänglich, daß alle dieſe Erſcheinungen nach **Newtons** Farbenlehre ſehr leicht erkläret werden können, wenn man nur die farbigen Ränder nicht aus dem Dunkeln, ſondern aus dem Hellen herhohlet. Sie ſind auch bereits

umſtänd-

umſtändlich vom Herrn **Gren** [α]) nach **Newtons** Theorie erkläret worden.

Wenn Körper von allerley Farben durch gefärbte durchſichtige Gläſer allerley Art betrachtet werden, ſo müſſen ſie nach **Newtons** Theorie dem Auge nur von derjenigen Farbe erſcheinen, welche das Licht hat, das das Glas durchläßt, oder welche das Glas im gebrochenen Lichte zeiget. Gegen dieſen Satz wendete Herr **Monge** [β]) ein, daß gelbe und rothe Objekte durch Gläſer von gleichen Farben betrachtet weiß erſcheinen, woraus er zu ſchließen glaubte, daß unſere Urtheile und Farben ſich nicht allein nach der Natur der Lichtſtrahlen richteten, ſondern ſie würden vielmehr durch Umſtände und gewiſſe Relationen modificiret, ſo wie etwa die Urtheile über Entfernungen und Größen der Dinge. Allein Herr **le Gentil** [γ]) hat durch genau angeſtellte Verſuche gezeiget, daß ſich Herr **Monge** getäuſchet habe, indem die von **Monge** angegebenen Erſcheinungen in der Schwächung des Lichtes ihren Grund hatten, welche von der Natur des Metallkalkes, das zum Färben der Gläſer gebrauchet werde und von dem ins Grünliche fallenden Glaſe herrühren.

Eine hierher gehörige merkwürdige Erſcheinung geben **gefärbte Schatten**, wovon beſonders einige Verſuche vom Herrn Generallieutenant, **Benjam. Thompſon**, Grafen **von Rumford** ſind angeſtellet worden [δ]). Wenn man in einem Zimmer beym Anbruche des Tages den Schatten, der von einer brennenden Kerze an irgend einem Körper verurſachet wird, auf einem weißen Papiere ſo auffängt,

 daß

α) Einige Bemerkungen über Herrn von Göthens Beyträge zur Optik; im Journal der Phyſik. B. VII. S. 3 f.

β) Ueber einige Phänomene des Sehens; aus den annales de chimie. Tom. III. 1789. p. 131. überſ. in Grens Journal der Phyſik. B. II. S. 131 f.

γ) Ueber die Farben, welche roth und gelb gefärbte Gegenſtände zeigen, wenn man ſie durch rothe oder gelbe Gläſer betrachtet; in Grens Journal der Phyſik. B. VI. S. 165 u. f.

δ) Nachricht von einigen Verſuchen über die gefärbten Schatten; in Grens neuem Journale der Phyſik. B. II. S. 58 f.

daß zu gleicher Zeit ein Schatten deſſelben Körpers von dem Tageslichte auf das Papier geworfen wird, ſo wird man den erſtern Schatten, der vom Tageslichte erleuchtet wird, bey genauer Aufmerkſamkeit hellblau finden, der Schatten des Tageslichtes aber gelblich erſcheinen. Dieſe Erſcheinung läßt ſich in einem finſtern Zimmer, in welches durch eine Oeffnung Tageslicht kommen kann, noch lebhafter machen. Der blaue Schatten erleidet auch Veränderungen, wenn man den gelblichen durch gelb gefärbte Gläſer heller oder dunkler macht oder ihm verſchiedene Schattirungen gibt. Wenn in einem finſtern Zimmer vermittelſt zwey brennender Kerzen auf eine weiße Fläche Schatten von ein und dem nämlichen Körper geworfen worden, ſo erſcheinen ſie ungefärbt, ſo bald man aber den einen Schatten durch ein dunkelgelb gefärbtes Glas, welches das Licht auffängt, gelb färbt, ſo wird der andere blau. Ueberhaupt laſſen ſich in dem einen Schatten ſo mannigfaltige Abwechſelungen hervorbringen, indem man bloß den andern durch gefärbte Gläſer ſich anders färben läßt. Selbſt werden die Abänderungen auch ohne Gläſer im finſtern Zimmer durch das Kerzenlicht hervorgebracht, wenn vorüberziehende Wolken Abwechſelungen des Tageslichtes bewirken. Herr **Gren** wirft dabey die Frage auf: entſteht die Farbe des einen Schattens, nämlich des blauen, nicht bloß durch Contraſt? Wenigſtens könne man wohl daraus ſchließen, daß den Augen in Hinſicht auf Gegenwart oder Abweſenheit von Farben nicht immer zu trauen ſey.

Nachdem **Newton** dieſe ſeine Farbentheorie aus ſeinen angeſtellten Verſuchen entwickelt hatte, ſo gehet er nun zur Unterſuchung der Farben dünner Körper über. Man findet über die Farben dünner Körper zuerſt beym **Boyle** Bemerkungen. Vorzüglich führet er die Farben an, die man an den Seifenblaſen und an dem Terpentin wahrnahm. Auch ließ er ſich verſchiedene Mahl dünne Gläſer blaſen, welche ähnliche Farben wie die Seifenblaſen ſpielten. Noch genauer und umſtändlicher unterſuchte dieſen Gegenſtand

Dr. Hook. Dieſer brachte vermittelſt einer gläſernen kleinen Röhre verſchiedene kleine Blaſen aus Seifenwaſſer hervor, welche anfänglich ganz weiß erſchienen, nach einiger Zeit aber, indem das Waſſerhäutchen dünner wurde, zeigten ſich alle Regenbogenfarben darauf, zuerſt blaßgelb, darauf orange, roth, purpur, blau, grün u. ſ. f. Dieſelbe Reihe von Farben entſtand mehrmahls hinter einander mit dem Unterſchiede, daß die erſten und letzten Reihen matt, die mittlere aber ſehr helle war. Nach dieſen Veränderungen ward die Blaſe wieder weiß, und ſogleich erſchienen in dieſer zweyten weißen Haut an verſchiedenen Stellen einige Löcher, welche allmählig ſehr groß wurden, da ſie zum Theil in einander liefen. Unter noch andern Verſuchen des Dr. Hooke mit dünnen Blättchen gehört vorzüglich der mit dünnen Luftblättchen, den nachher Newton weiter verfolget hat. Er nahm nämlich zwey dünne ebene geſchliffene und polirte Glasplatten, legte ſie auf einander, und druckte ſie zuſammen, bis in der Mitte ein roth gefärbter Fleck entſtand. Da er ſie noch feſter andruckte, ſo bemerkte er verſchiedene Farbenringe um jene Stelle herum, bis zuletzt alle Farben aus der Mitte dieſer Ringe verſchwanden, und der mittlere Fleck weiß ward; welcher aber, wenn er die Platten noch mehr an einander druckte, einige ſchwarze Flecken bekam. Die erſte Farbe, welche erſchien, war roth, darauf folgten gelb, grün, blau, purpur; alsdann wieder roth, gelb, grün, blau, purpur und dieſes in derſelben Ordnung immer fort, ſo daß er bisweilen 9 oder 10 Ringe zählete, worin das Roth immer an den Purpur grenzete. Dieſe Ringe veränderten ſich mit der Lage des Auges, ſo daß, ohne an den Gläſern was zu verändern, derjenige Theil, welcher in einer Lage des Auges roth erſchien, in einer andern blau, in noch einer andern grün u. ſ. f. ausſah. Dieſen Gegenſtand verfolgte Newton noch weiter. Von ungefähr drückte er ein Mahl zwey gläſerne Priſmen, die ein wenig convex waren, hart an einander, und bemerkte, daß ſie an der Berührungsſtelle ſo vollkom-

men durchſichtig wurden, als wären beyde nur ein Stück Glas geweſen, ſo daß dieſe Stelle, wenn man darauf ſah, wie ein Loch erſchien, welches durch diejenige Luft ging, welche von dem Zuſammendrucken der Prismen zwiſchen ihren Seitenflächen, wie eine dünne Scheibe lag. Durch dieſes Loch konnte man die Gegenſtände jenſeits der Prismen deutlich erkennen, ob man gleich dieſelben durch die anderen Theile derſelben, zwiſchen welchen Luft befindlich war, nicht ſehen konnte. Als er nun die beyden Prismen um ihre gemeinſchaftliche Axe ein wenig herumdrehete, ſo entſtanden eine Menge ſchmaler gefärbter Bogen, welche zuerſt die Geſtalt einer Muſchellinie hatten, bey weiterer Umdrehung der Prismen aber nahmen ſie zu und vereinigten ſich endlich zu völligen Kreiſen oder Ringen um den runden Fleck. Er hielt dieſe Ringe für die natürlichen Farben der zwiſchen dieſen Gläſern liegenden dünnen Luftſchichte. Um dieſe Erſcheinung mit noch größerer Genauigkeit zu beobachten, nahm er zwey Objektivgläſer, ein planconvexes, welches zu einem Fernrohre von 15 Fuß gehörte, und ein großes auf beyden Seiten convexes von 50 Fuß Brennweite. Das erſtere legte er mit der ebenen Fläche unterwärts gekehrt auf das letztere und druckte ſie ſanft an einander. Dabey nahm er aus dem Mittelpunkte der Gläſer verſchiedene farbige Ringe wahr, welche ſich durch ſtärkern Druck in Anſehung ihres Durchmeſſers immer erweiterten, in Anſehung ihrer Breite aber zuſammenzogen. Die Ordnung der Farben in jedem Ringe von der Mitte ausgerechnet waren folgende: nächſt dem durchſichtigen Ringe in der Mitte, welcher von der Zuſammendruckung der Gläſer entſtand, kam blau, darauf weiß, gelb und roth; die nächſtfolgende Reihe von Farben beſtand aus violet, blau, grün, gelb und roth; die dritte Reihe von Farben waren purpur, blau, grün, gelb und roth; die vierte Reihe enthielt grün und roth. Die übrigen Farben wurden immer unſcheinbarer und blaſſer, bis ſie nach drey oder vier Reihen ſich ins Weiße verloren.

Newton maß die Durchmeſſer der erſten ſechs Ringe an den Stellen, wo ſie am hellſten waren, und fand, daß die Quadrate derſelben wie die ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7, 9, 11 ſich verhielten. Auch maß er die Durchmeſſer der dunkeleren Ringe, welche zwiſchen den hellen lagen, und fand, daß ihre Quadrate im Verhältniſſe der geraden Zahlen, 2, 4, 6, 8, 10, 12 fortſchritten. Er wiederhohlte dieſe Meſſungen mehrmahls und an verſchiedenen Stellen der Gläſer.

Die Urſache dieſer Farben leitete Newton von der Luftſcheibe zwiſchen den beyden Gläſern ab. Um alſo nun die Dicke der Luftſcheibe zu beſtimmen, maß er eben die genannten Durchmeſſer. Denn da eines von den beyden Gläſern eben, das andere aber convex war, ſo mußten ſich die Dicken der Luftſcheibe zwiſchen den beyden Gläſern an den Stellen, wo die farbigen Ringe erſchienen, ebenfalls wie die ungeraden, und von den Stellen der dunkeln Zwiſchenräume wie die geraden Zahlen verhalten. Das auf beyden Seiten erhabene Glas gehörte zu einer Kugel, deren Durchmeſſer 102 Fuß betrug, und daraus beſtimmte er die Dicke der Luftſcheibe an jeder Stelle. An dem erſten dunkeln Ringe an dem dunkelſten Theile derſelben für ſenkrechte auffallende Strahlen fand er die Dicke der Luftſcheibe $\frac{1}{89000}$ eines Zolles. Die Hälfte dieſes Bruchs in die Glieder der arithmetiſchen Progreſſion 1, 3, 5, 7, 9, 11 multipliciret, gibt die Dicke der Luftſcheibe bey allen den Ringen an den dunkelſten Stellen, wo ſie am hellſten ſind, und die arithmetiſchen Mittelzahlen werden die Dicken an den dunkelſten Theilen der dunkeln Ringe. Darauf maß er auch die Durchmeſſer der Ringe für eine jede Farbe insbeſondere, und beſtimmte durch eine ähnliche Rechnung die Dicken der Luftſcheiben, welche eine jede Farbe zurückwerfen.

Als er nun Waſſer zwiſchen die beyden Gläſer brachte, und alsdann die Ringe maß, ſo fand er das Verhältniß ihrer Durchmeſſer und der Durchmeſſer der ähnlichen Kreiſe, welche ſich vermittelſt der Luft gezeiget hatten, ungefähr wie 7 zu 8; daraus folgte, daß ſich die Dicken der Waſſerſchei-

ben

ben zu den Dicken der Luftſcheiben wie 49:64 d. i. wie 3:4 verhielten. Hieraus ſchließt Newton, daß, wenn ein anderes dichteres oder dünneres Mittel als Waſſer zwiſchen den Gläſern zuſammengedruckt wird, das Verhältniß der Dicken dieſer Mittel zu den Dicken der Luftſcheibe dem Brechungsverhältniſſe aus dieſem Mittel in Luft gleich ſeyn werde; jedoch gibt er dieſes nur als vermuthliche Regel an. Aus dieſem Grunde ſetzet er die Dicke einer Glasſcheibe, welche eben die Farbe zeigt, $= \frac{20}{31}$ der Luftſcheibe, weil das Brechungsverhältniß aus Glas in Luft $= 20:31$ iſt.

Hieraus berechnete **Newton** folgende Tabelle, in welcher die Dicken der Luftſcheiben unmittelbar durch Verſuche und den daraus hergeleiteten Rechnungen beſtimmt, die Dicken der Waſſerſcheiben aber $= \frac{3}{4}$ und die der Glasſcheiben $= \frac{20}{31}$ von den Luftſcheiben angenommen ſind, alles in Milliontheilchen eines engliſchen Zolles angegeben.

Dicke der farbigen Blättchen von

		Luft.	Waſſer.	Glas.
Farben der erſten Reihe.	Sehr ſchwarz	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{10}{31}$
	Schwarz	1	$\frac{3}{4}$	$\frac{20}{31}$
	Schwärzlich	2	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{2}{7}$
	Blau	$2\frac{2}{5}$	$1\frac{4}{5}$	$1\frac{11}{20}$
	Weiß	$5\frac{1}{4}$	$3\frac{7}{8}$	$3\frac{2}{5}$
	Gelb	$7\frac{1}{9}$	$5\frac{1}{3}$	$4\frac{3}{5}$
	Orange	8	6	$5\frac{1}{6}$
	Roth	9	$6\frac{3}{4}$	$5\frac{4}{5}$
der zweyten Reihe.	Violet	$11\frac{1}{6}$	$8\frac{3}{8}$	$7\frac{1}{5}$
	Indigo	$12\frac{5}{6}$	$9\frac{5}{8}$	$8\frac{2}{11}$
	Blau	14	$10\frac{1}{2}$	9
	Grün	$15\frac{1}{8}$	$11\frac{1}{3}$	$9\frac{5}{7}$
	Gelb	$16\frac{2}{7}$	$12\frac{1}{5}$	$10\frac{2}{5}$
	Orange	$17\frac{2}{9}$	13	$11\frac{1}{5}$
	Hellroth	$18\frac{1}{3}$	$13\frac{3}{4}$	$11\frac{5}{6}$
	Scharlach	$19\frac{2}{3}$	$14\frac{3}{4}$	$12\frac{2}{3}$

Dicke der farbigen Blättchen von

		Luft.	Waſſer.	Glas.
der dritten Reihe.	Purpur	21	$15\frac{3}{4}$	$13\frac{11}{20}$
	Indigo	$22\frac{1}{10}$	$16\frac{4}{7}$	$14\frac{1}{4}$
	Blau	$23\frac{2}{5}$	$17\frac{11}{20}$	$15\frac{1}{10}$
	Grün	$25\frac{1}{5}$	$18\frac{9}{10}$	$16\frac{1}{4}$
	Gelb	$27\frac{1}{7}$	$20\frac{1}{3}$	$17\frac{1}{2}$
	Roth	29	$21\frac{3}{4}$	$18\frac{5}{7}$
	Bläulichroth	32	24	$20\frac{2}{3}$
der vierten Reihe.	Blaulichgrün	34	$25\frac{1}{2}$	22
	Grün	$35\frac{2}{7}$	$26\frac{1}{2}$	$22\frac{3}{4}$
	Gelblichgrün	36	27	$23\frac{2}{9}$
	Roth	$41\frac{1}{3}$	$30\frac{1}{4}$	26
der fünften Reihe.	Grünlichblau	46	$84\frac{1}{2}$	$29\frac{2}{3}$
	Roth	$52\frac{1}{2}$	$39\frac{3}{8}$	34
der ſechſten Reihe.	Grünlichblau	$58\frac{3}{4}$	44	38
	Roth	65	$48\frac{3}{4}$	42
der ſiebenten Reihe.	Grünlichblau	71	$53\frac{1}{4}$	$45\frac{4}{5}$
	Röthlichweiß	77	$57\frac{3}{4}$	$49\frac{2}{3}$

Newton iſt nun der Meinung, daß man mit Hülfe dieſer Tafel aus der Dicke der durchſichtigen Scheibchen die Farbe, die ſie zurückwerſen und umgekehrt aus der Farbe die Dicke der Scheibchen beſtimmen könne; auch könne man ſelbſt die Dicke der Theile der natürlichen Körper aus ihren Farben errathen; ferner laſſe ſich, wenn man zwey oder mehrere dünne Blättchen auf einander lege, ſo daß ſie zuſammen ein einziges Blättchen ſo dick wie alle zuſammen ausmachen, die daraus entſpringende Farbe angeben. Eine blaue Farbe z. B. welche man zur dritten Reihe rechnen kann, wird durch Scheibchen erzeuget, deren Dicke, wenn ſie die Dichtigkeit des Glaſes hatten, 15,1 Milliontheilchen des engliſchen Zolles betragen wird.

Alle bisher erwähnte Beobachtungen waren an einem dünnern Mittel, welches von einem dichtern umgeben war, angeſtellet. Um nun aber auch die Erſcheinungen der Farben

ben zu beſtimmen, welche an einem dichtern zwiſchen einem dünnern eingeſchloſſenen Mittel ſich zeigen, ſo wählte er zu dieſen Verſuchen unter andern vorzüglich Seifenblaſen, und fand, daß die unter ſolchen Umſtänden entſtehenden Farben viel lebhafter waren, als diejenigen, welche durch ein dünneres Mittel zwiſchen einem dichtern hervorgebracht werden. Er nahm die nämlichen Farben wahr, nur in umgekehrter Ordnung, welche in der Tabelle angeführet ſind, und welche in Geſtalt von Ringen vom oberſten Punkte ausgingen, und gegen die untere Fläche ſich verbreiteten, wo ſie endlich verſchwanden. Auch wurden dieſe Farbenringe an der Seifenblaſe deſto breiter, wenn er ſie ſchief anſahe.

Um die Abwechſelungen der farbigen Ringe an jenen dünnen Scheibchen, und um überhaupt die Zurückwerfung und Brechung zu erklären, nimmt **Newton** als wahrſcheinlich an, daß ein jeder Lichtſtrahl vom erſten Ausgange aus dem leuchtenden Körper eine gewiſſe veränderliche Beſchaffenheit erhalte, vermöge welcher er durch die nächſte vorliegende brechende Fläche entweder leichter durchgehe, oder leichter reflektiret werde. Es werden alſo unter mehreren Strahlen, welche auf irgend eine Fläche fallen, diejenigen, welche in dem Zuſtande des leichtern Zurückgehens waren, zurückgeſandt, und hingegen diejenigen, welche mehr zum Durchgehen geneigt waren, durchgelaſſen; daher wird überhaupt von jeder Oberfläche, worauf Licht fällt, ein Theil desſelben zurückgeworfen und ein Theil durchgelaſſen. Dieſe Beſchaffenheit der Strahlen nennt er **die Anwandlungen des leichtern Zurückgehens oder des leichtern Durchgehens.**

Die Anwandlungen des leichtern Zurückgehens oder Durchgehens ſcheinen mit der Natur der Sache nicht übereinzuſtimmen. Um aber vollſtändig darüber urtheilen zu können, muß man ſelbſt den dritten Theil des zweyten Buchs ſeiner Optik nachleſen.

Bey dem Verfolge über die Farben dünner Körper fand Newton, daß auch dergleichen durch Scheiben von beträcht-

licher Dicke, welche ſich in mehrere dünne theilen laſſen, hervorgebracht wurden. Er ließ durch ein Loch $\frac{1}{3}$ Zoll im Durchmeſſer in ein verfinſtertes Zimmer einen Lichtſtrahl ſenkrecht auf einen gläſernen Spiegel fallen, welcher auf der einen Seite hohl und auf der andern erhaben war. Die Kugel, aus welcher dieſer Spiegel geſchliffen war, hatte im Halbmeſſer 5 Fuß 11 Zoll, und auf der erhabenen Seite eine Belegung von Queckſilber. Hierauf hielt er einen Bogen weißes Papier in den Mittelpunkt der Kugelflächen, die den Spiegel ausmachten, oder etwa 5 Fuß 11 Zoll vom Spiegel ſo, daß der Lichtſtrahl durch ein kleines Loch im Papier ging, und vom dem Spiegel zurück auf daſſelbe wieder geworfen wurde. Auf dieſem Papiere beobachtete er 4 oder 5 concentriſche farbige Ringe wie Regenbogenfarben um das Loch herum, welche den Farben dünner Scheibchen ähnlich aber breiter und matter waren. Der fünfte Ring war kaum ſichtbar, bey hellem Sonnenſcheine aber zeigten ſich noch einige ſchwache Spuren eines ſechsten und ſiebenten. In der Mitte dieſer Ringe war ein weißer, runder und ſchwach erleuchteter Flecken, welcher etwas breiter als der zurückgeworfene Lichtſtrahl war. Die Durchmeſſer dieſer Ringe fand er ebenfalls in dem Verhältniſſe wie an den Objektivgläſern. Wegen dieſer Uebereinſtimmung glaubte er, daß die Farben auf der dicken Glasſcheibe faſt auf eben die Art, wie die an den ſehr dünnen Scheibchen entſtänden. Denn nachdem er das Queckſilber abgerieben hatte, fand er, daß das bloße Glas eben ſolche Ringe nur weit matter erzeugete, und daß alſo das Queckſilber dieſe Erſcheinungen nicht verurſachte. Ein metallener Spiegel brachte keine ſolche farbigen Ringe zu Wege, und daraus ſchloß er, daß ſie nicht von einer einzigen Spiegelfläche herrührten, ſondern von beyden Oberflächen der zum Spiegel gebrauchten Glasſcheibe und der Dicke derſelben abhingen. Hierauf maß er die Dicke des Glaſes, welches er zum Spiegel gebrauchte, und fand, daß ſie genau $\frac{1}{4}$ Zoll betrug. Durch die hierüber angeſtellte Rechnung beſtätigte er ſeine Theorie, und

und verſicherte ſich, daß die abwechſelnden Anwandlungen des leichtern Zurückgehens oder Durchgehens auf große Entfernungen von jeder zurückwerfenden oder brechenden Fläche fortgepflanzet wurden.

Daß **Newton** bey der Unterſuchung der farbigen Ringe an dünnen Blättchen weſentliche Umſtände überſehen habe, beweiſen vorzüglich die merkwürdigen Verſuche vom Abbé **Mazeas** *). Wenn man zwey durchſichtige und wohl polirte Glasplatten über einander fortſchiebet, und ſo viel möglich allenthalben gegen einander gleich ſtark andrucket, ſo wird man, bisweilen in der Mitte bisweilen an dem Rande, einen Widerſtand fühlen, und da, wo er ſich äußert, zwey oder drey krumme Linien bemerken, welche theils blaßroth, theils mattgrün ſind. Je länger man die Platten gegen einander reibet, deſto mehr werden der rothen und grünen Linien an der Berührungsſtelle, und ſie erſcheinen bald ordentlich bald unordentlich unter einander gemengt. Im erſtern Falle entſtehen concentriſche Farbenringe. Hierbey hängen die Gläſer ſehr ſtark zuſammen, und bleiben ſo, ohne daß ſich die Farben verändern. Als er dünne Prismen ſo zuſammenlegte, daß ſie ein Parallelepipedum ausmachten, und ſie gegen einander rieb, ſo entſtanden die Farben noch ſchöner und glänzender. Als er nun die farbigen Gläſer über einer Lichtflamme aufhing, ſo verſchwanden die Farben plötzlich. Die Gläſer blieben aber an einander feſte hängen; jedoch kehreten die Farben an ihre Stellen zurück, nachdem die Gläſer kalt geworden waren. Nahm er Objektivgläſer und näherte ſich der Flamme, ſo verſchwanden die Farben nicht. Auch bey flachen Gläſern brachte er die Farben ſelbſt auf glühenden Kohlen hervor, wenn er das obere Glas mit einer Zange faßte und das untere rieb; hörte er aber mit Reiben auf, ſo verſchwanden auch die Farben, und kamen

*) Obſervations ſur des couleurs engendrées par le frottement des ſurfaces planes et transparentes; in den mémoir. de l'Académie roy. des ſcienc. de Pruſſe 1752. p. 248, und vermehrt in den mémoir. preſentés. Tom. II. p. 26.

men wieder, wenn er ſie von neuem rieb u. ſ. f. Dieſe Verſuche des Abbé **Mazeas** wurden von **Dû Tour** α) aufs neue wiederhohlet und mit andern vermehret. Gegen **Newton** bemerket er, daß eine Luftſcheibe ſo wenig zur Hervorbringung farbiger Ränder nothwendig iſt, daß vielmehr die Luft verurſache, daß die Erſcheinung der Farben an den flachen Gläſern nicht erfolgen könne, indem ſie ſich an die Oberflächen anhänge und ſich bloß durchs Zuſammendrücken nicht vertreiben laſſe. Auch **Muſſchenbroek** β) hat mit erhitzten platten Gläſern Verſuche angeſtellet; er wuſch ſie nämlich mit rektificirtem Weingeiſte ab, rieb ſie mit warmer Wolle und erwärmte ſie über Kohlfeuer. Hierauf legte er das eine über das andere, druckte das obere ſtark auf das untere und rieb ſo die eine Fläche gegen die andere. Auf dieſe Weiſe nahm er die Farbenringe gewahr, welche deſto mehr in die Augen fielen, je ſchiefer man die Gläſer anſah. Woher aber dieſe farbigen Ringe entſtehen mögen, das iſt nach ſeiner Meinung noch nicht aufs Reine gebracht worden. Endlich wurden auch noch die von **Newton** mit dem Hohlſpiegel gemachten Verſuche vom Herrn **Dûc de Chaulnes** γ) wiederhohlet. Die Farben, welche ſich nach der Zurückwerfung der Strahlen auf dem weißen Blatte Papier zeigten, erkläret der Dûc aus der Brechung des Lichtes. Von ungefähr bemerkte er, daß die Farbenringe auf dem Bogen Papier ſtärker und deutlicher wurden, wenn der Spiegel durchs Anhauchen trübe gemacht war. Dieß Ereigniß überzeugte den **Dûc de Chaulnes**, daß die farbigen Ringe durch die Vorderfläche erzeuget werden müßten, und daß die Hinterfläche, welche die durchgegangenen Strahlen zurückwerfe, nur dazu diene, die Strahlen zu ſammeln, und ſie in hinlänglicher Menge auf das Papier zu werfen, um die Ringe ſichtbar genug zu machen.

Vor **Newtons** Zeiten hatte man von dem Weſen der Farben wenig Erträgliches geſagt. Erſt **Newton** führet

 den

α) Mémoires preſentés. Vol. II et IV.
β) Introductio ad philoſophiam naturalem. Vol. II. §. 1837 ſqq.
γ) Mémoire de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1755. p. 201 ſqq.

den Gedanken in den beygeſetzten Fragen ſeiner Optik an, daß die Verſchiedenheit der Farben nebſt der verſchiedenen Brechbarkeit des Lichtes erkläret werden könnten, wenn angenommen würde, daß das Licht aus Theilen von verſchiedener Größe beſtände. Die kleinſten Theile würden alsdann die dunkelſte oder violette Farbe geben, und es würde damit zugleich die ſtärkſte Brechung verbunden ſeyn; die andern Theile aber würden nach Verſchiedenheit der auf einander folgenden größern Theile die immer mehr lebhaftern und ſtärkern Farben hervorbringen; und hiernach würde auch die Brechbarkeit der Strahlen immer geringer werden. Stelle man ſich überhaupt die Theile des Lichtes ſehr klein vor, ſo könne man auch die Anwandlungen des leichtern Zurückgehens oder des leichtern Durchgehens erklären. Dieſe Theilchen würden nämlich alsdann durch irgend eine Kraft in den Körpern, auf welche ſie wirken, Schwingungen hervorbringen, und es käme hierbey nur darauf an, ob dieſe Schwingungen ſtärker oder ſchwächer wirkten, als die Lichtſtrahlen, im welchen Falle ſodann die Lichtſtrahlen in ihrer Geſchwindigkeit vermindert oder vermehret würden und die Anwandlungen in ihnen zu Wege brächten. Da nun hierin die Farben der Blättchen ihren Grund haben, ſo würden auch nur diejenigen Strahlen erleuchteter Körper reflektiret, deren Farbe mit der Dicke ihrer dünnen Blättchen zuſammengehöret.

Euler *) nimmt nach ſeiner Theorie an, daß die Farbe eines leuchtenden Körpers davon abhange, ob die Theilchen desſelben dem Aether Schläge von einerley beſtimmten oder von verſchiedenen Geſchwindigkeiten eindrucken. Aus ſeiner Hypotheſe über die Brechung der Lichtſtrahlen leitete er den Satz her, daß diejenigen Strahlen, in welchen die Schläge ſchneller auf einander folgen, weniger brechbar ſind, als diejenigen, in welchen die Schläge langſamer erfolgen. Aus dieſem Grunde legt er den rothen Strahlen die größte und den violetten die geringſte Geſchwindigkeit der Schläge bey.

In

*) Noua theoria lucis et colorum in opuſc. varii argum. Berol. 1746. 4.

In einer andern Schriſt *) meinet er, daß man alles dieß auch auf die entgegengeſetzte Art erklären könne, daß nämlich die rothen Strahlen durch eine geringere Anzahl von Schlägen entſtehen könnten, als die violetten. So läßt ſich alſo **Eulers** Hypotheſe brauchen wie man will, um die Farben der Körper gleich gut zu erklären, und es bleibt daher zweifelhaft, welche Erklärungsart von beyden oder ob gar keine in der wirklichen Natur Statt finde.

Nach **Eulern** beſteht das Sonnenlicht nicht aus einer Zuſammenſetzung von verſchiedenem farbigen Lichte, ſondern bloß daraus, daß die Schläge desſelben nicht in allen gleichen Zeiträumen auf einander folgen, indem einige ſchneller, andere langſamer von Statten gehen. Weil nun nach ſeiner Hypotheſe die geſchwinder folgenden weniger als die andern gebrochen werden, ſo muß das Sonnenlicht durch die Brechung in verſchiedene farbige Strahlen zerſtreuet werden. Wenn daher Körper eine gewiſſe beſtimmte Farbe zeigten, ſo rührte dieß bloß daher, daß die Theile desſelben dem Aether Schläge von einer beſtimmten Geſchwindigkeit ertheilten. So ſieht z. B. ein Körper roth aus, weil deſſen Theile dem Aether Schläge von einer ſehr großen Geſchwindigkeit eindrücken, hingegen blau, wenn die Schläge von geringer Geſchwindigkeit ſind; die Schläge von mittlerer Geſchwindigkeit würden alſo die übrigen Farben der Körper zu erkennen geben. Weiß endlich iſt ein Körper, wenn die Theile desſelben dem Aether Schläge mit verſchiedenen proportionirlichen Geſchwindigkeiten eindruckt, und ſchwarz, wenn dieſer dem Aether gar keine Schläge mittheilet. Wenn alſo irgend einem Körper von einer Farbe an einem dunkeln Orte nur rothes Licht zuſtrömet, ſo ſieht auch der Körper roth aus, indem dadurch die Theilchen ſeiner Oberfläche in eine ſchwingende Bewegung geſetzet werden, auf welche das rothe Licht wirken kann, und die alſo gegenſeitig nur das rothe

*) Eſſai d'une explication phyſique des couleurs engendrées ſur des ſurfaces extrêmement minces; in den mémoir. de l'Acad. de Pruſſe 1752.

Licht hervorbringen können. Gemiſchte Farbe hat ein Körper, wenn dieſer zwey oder mehrere Arten von Licht zugleich in Bewegung ſetzt. Da nun eine ſolche gemiſchte oder zuſammengeſetzte Farbe einer einfachen ähnlich ſeyn kann, ſo wie **Newton** den Begriff von einfachen Farben gegeben hat, ſo läßt ſich dieſes mit **Eulers** Theorie gar nicht vereinbaren.

Mehr von **Eulers** Theorie der Farben beyzubringen, würde hier zu weitläufig und zu unerheblich ſeyn, indem man mit **Newtons** Theorie in den mehreſten Fällen eben ſo gut, und in vielen andern noch weit beſſer auskommen kann. Sein ganzes Syſtem vom Lichte und den daraus entſtehenden Farben findet man mit der größten Deutlichkeit in ſeinen Briefen an eine deutſche Prinzeſſinn über verſchiedene Gegenſtände der Phyſik.

Herr **Hube** *) nimmt an, daß die Lichtmaterie aus zwey Stoffen beſtehe; nämlich aus dem Sauerſtoffe, und aus einem andern in allen Körpern befindlichen Stoffe, den er Lichtſtoff nennt. Gleich wie nun ein jeder ſäuerbarer Stoff auf ſehr verſchiedene Art geſäuert werden kann, ſo gebe es unfehlbar auch zwiſchen dem Lichtſtoffe und Sauerſtoffe vielerley Arten der Verbindung, aus welchen die Verſchiedenheit der Farben entſpringe. Ein brennender Körper, welcher die ſäuernde Luft langſam verſchlucke, brenne mehrentheils bläulich, wie z. B. der Schwefel. Werde die Flamme durch einen immer größern Zufluß von ſäuernder Luft verſtärkt, ſo werde ſie gelb und röthlich und zuletzt weiß. Im weißen Lichte ſcheine alſo der Lichtſtoff mit dem Sauerſtoffe völlig geſättiget zu ſeyn, im blauen ſey wahrſcheinlich ein Ueberfluß von Lichtſtoff, im rothen ein Ueberfluß von Sauerſtoff, und auch das gelbe ſcheine nicht völlig ſo vielen Lichtſtoff, als zur Sättigung des Sauerſtoffes nöthig iſt, dennoch viel mehreren als das rothe zu enthalten. Alle durchſichtige Körper, welche wir kennen, ziehen den Lichtſtoff etwas ſtärker an, als den Sauerſtoff, ungeachtet ſie beyde anziehen. Daher habe das blaue Licht die größte, und das rothe

*) Unterricht in der Naturlehre. 2ter Band. 64ter Brief.

rothe die kleinſte Brechbarkeit, ungeachtet der Unterſchied in der Anziehung nicht, wie Newton geglaubt hatte, bey allen durchſichtigen Körpern von gleicher Größe ſey. Wenn alſo gleich ein ganz einfacher weißer Strahl, ſo wie er das Sonnenlicht ſich außer der Atmosphäre vorſtellet, ein Strahl, in welchem der Lichtſtoff mit dem Sauerſtoffe völlig geſättiget iſt, in ein Prisma falle, ſo muß zwar der ganze Lichtſtrahl im Glaſe gegen das Loth gebrochen werden, weil das Glas den ganzen Strahl anziehet, und zwar ſtärker als die Luft; aber dennoch muß der Lichtſtoff näher nach dem Lothe zu gehen und ſich daſelbſt ſtärker anhäuſen, als der Sauerſtoff, weil das Glas jenen etwas ſtärker anzieht, als dieſen. Der Strahl muß ſich alſo in Farben theilen, und von der einen Seite violet, von der andern roth erſcheinen. Hat nun ein gläſernes Prisma ihn in ſieben merklich verſchiedene Farben getheilet, ſo kann kein anderes Prisma von Glas irgend einen einzelnen gefärbten Strahl weiter theilen; es kann z. B. nicht den grünen in einen blauen und gelben zerlegen, denn die Zerlegung müßte durch die Verſchiedenheit, mit welcher das Glas den Lichtſtoff und Sauerſtoff anzieht, hervorgebracht werden. Wäre aber dieſe groß genug, um z. B. den grünen Strahl zu zertheilen, ſo müßte ſchon das erſte Prisma ihn zertheilt haben, wann es das Licht eben ſo anzieht als das zweyte oder das dritte u. ſ. f.

Wenn auf den Zinnober weißes Licht fällt, ſo verſchluckt dieſer ſehr vielen Lichtſtoff, und ſtößt dagegen den meiſten Sauerſtoff des Lichtes zurück; alſo zerſtreuet er rothes, ſeine ſpiegelnden Theile aber zerſtreuen weißes Licht. Bringt man ihn nun in ein finſteres Zimmer in einen blauen, grünen oder gelben Strahl, ſo verſchlucken ſeine dunkeln Theilchen dieſes Licht gänzlich, aber die ſpiegelnden zerſtreuen es, daher ſieht der Zinnober blau, grün oder gelb aus. Bringt man ihn aber in das rothe Licht des Prisma, ſo glänzet er viel ſtärker, als in irgend einem andern Lichte, weil er nichts davon verſchluckt, ſondern alles zerſtreuet. Auf eine ähnliche Art nehmen auch alle andere dunkele Körper im verfin-

ſterten Zimmer das prismatiſche Licht an, von dem ſie erleuchtet werden, ſo daß ſie ihre natürliche Farbe bloß alsdann und zwar mit ganz vorzüglicher Lebhaftigkeit zeigen, wenn man ſie in den Strahl hält, der dieſe Farbe hat. Eben ſo ſehen beym Kohlfeuer alle Geſichter roth und bey der Flamme des Weingeiſtes blau und todtenfarbig aus. Sie würden uns noch röther und blauer zu ſeyn ſcheinen, wenn beyde Arten von Licht reiner, und nicht mit ſo vielem weißen Lichte vermiſcht wären.

Die Theilchen der Körper, welche das Licht zerlegen, ſcheinen den einen Theil desſelben ſchon in einer größern Entfernung zurückzuſtoßen, als in welcher ſie den andern Theil einſaugen. Wenn in einem Zimmer die Sonnenſtrahlen durch rothe Vorhänge fallen und in dieſen irgendwo eine kleine Oeffnung von 2 bis 3 Linien iſt, ſo macht der Sonnenſtrahl, welcher durch dieſe Oeffnung gehet, einen grünen Fleck auf einem weißen Papier, mit welchen man ihn auffängt. Sind aber die Vorhänge grün, ſo iſt der Fleck auf dem Papiere roth. Denn die Theilchen des Vorhanges wirken ſchon in einer merklichen Weite auf das Licht, und da ſie im erſten Falle das rothe zurück ſtoßen, ſo bleibt von dem durchgehenden weißen Lichte nur das gelbe und blaue übrig, welches ſie nicht verſchlucken, ſondern durchlaſſen. Dieſes gibt einen grünen Fleck. Im zweyten Falle ſtößt der Vorhang das grüne, blaue und gelbe Licht zurück, und daher bleibt im durchgehenden weißen Strahl nur das rothe Licht übrig. So zeigt ein ſehr dünnes Goldblättchen, wenn man es gegen die Sonne hält, ein bläuliches Licht, weil es den rothen und gelben Theil des durch ſeine Riſſe durchgehenden weißen Lichtes zurückſtößt.

Es gebe auch gewiſſe durchſichtige Materien, als die Infuſion vom Nierenholze, welche ſich auf eine ähnliche Art verhalten, weil in ihnen viel dunkle Theilchen ſo nahe aneinander und ſo häufig hinter einander ſind, daß ſie eine Gattung vom Lichte, welches zwiſchen ihnen durchgehet, zuletzt ganz zurücktreiben, und nur die übrigen Gattungen durchlaſſen

laſſen. Sieht man dergleichen Materie bloß oder doch vorzüglich durch das Licht, was ſie zurückwerfen, ſo zeigen ſie eine andere Farbe; ſieht man ſie von der Seite, halb mit zurückgeworfenem, halb mit durchgehendem Lichte, ſo zeigen ſie eine dritte aus den beyden vorhergehenden gemiſchte Farbe. Selbſt unſere Atmosphäre habe viel dunkle Theilchen, welche das blaue Licht zurückſtoßen, und das übrige auf ſie fallende verſchlucken. Unterdeſſen iſt ihre Wirkung auf das zwiſchen ihnen durchgehende weiße Licht gewöhnlich ganz unmerklich. Wenn aber die Sonne bey ihrem Aufgange und Untergange ſelbſt im Horizonte ſtehet, und ihre Strahlen ſehr weit durch die Atmosphäre gehen müſſen, ſo werden ſie durch jene dunkeln Theilchen merklich verändert, und ſehen goldgelb aus, weil ihnen das blaue Licht geraubt wird.

Herr **Voigt** *) ſagt, man rechne das Weiße eben ſo gut wie das Schwarze zu den Farben, und er könne nicht einſehen, warum man den Sprachgebrauch ſo gewaltſam abändere, und Weiß oder Schwarz keine Farbe nennen wolle. Man könne zwar ſagen, in einer dunkeln Nacht ſey nicht die geringſte Farbe zu erkennen, und es ſey daher Schwarz Abweſenheit aller Farbe und könne daher ſelbſt nicht eine Farbe ſeyn; allein aus dieſer Thatſache folge weiter nichts, als man empfinde keine andere Farbe des Nachts als die ſchwarze. Es ſey eine tägliche Erfahrung, daß eine Bedingung nothwendig ſey, um Empfindungen von Gegenſtänden außer uns durchs Geſicht zu haben. Dieſe Bedingung nenne man Erleuchtung, und einen Körper, der der Grund dieſer Erleuchtung iſt, leuchtend. Die Eigenſchaft des Leuchtendſeyns haben verſchiedene Körper, beſonders die Sonne, der Mond und jedes Feuer; aber alle nach einem verſchiedenen Grade der Intenſität; die materielle Urſache dieſer Erleuchtung ſey Licht, welches daher die Urſache ſey, daß man an den Körpern Farben wahrnehmen könne; die Abweſenheit des Lichtes hin-

*) Beobachtungen und Verſuche über farbiges Licht, Farben und ihre Miſchung; in Grens neuem Journale der Phyſ. B. III. S. 235 u. f.

hingegen bringe in uns die Empfindung des Schwarzen hervor. Licht beſteht aber nach ihm aus dem Lichtſtoffe und Wärmeſtoffe, welcher letztere chemiſch mit dem Lichtſtoffe verbunden iſt, und das Licht expanſibel macht; die Farben beſtehen in den verſchiedenen Verhältniſſen der Quantität des chemiſch gebundenen Wärmeſtoffs zum Lichtſtoffe, hingegen die Intenſität des Lichtes in einer größern Wirkſamkeit ſeiner inhärirenden Kraft auf unſer Organ, welche er durch die größere oder kleinere Menge des Lichtſtoffes, der mit der gehörigen Quantität von Wärmeſtoff chemiſch gebunden iſt, erkläret. Weiß Papier, Schnee, in Lebensluft brennender Phosphor und Sonnenlicht glaubt er jedes weiß nennen zu können, nur in verſchiedenen Graden der Intenſität. Daß die Sonne und der brennende Phosphor in der Lebensluft Licht ausſtrömen, werde Niemand läugnen, und zwar entwickele jeder Körper Licht aus ſich ſelbſt; der Schnee werfe aber auch Lichtſtrahlen zurück, freylich nicht in der Intenſität, wie die beyden erſten Körper; er entwickele aber das Licht nicht aus ſich ſelbſt, ſondern ſtröme nur einen Theil des erhaltenen weißen Lichtes wieder aus. Eben ſo ſey es auch mit dem weißen Papiere beſchaffen. Ein Körper, welcher eine andere Farbe hat, ſtröme das Licht ſeiner Farbe aus, z. B. rothes Tuch erleuchte alle Gegenſtände, welche ihm nahe ſind, röthlich; das grüne Licht, z. B. des brennenden Kupfers, erleuchte alles grün u. ſ. f. Daß ein Körper dieſe oder jene Farbe habe, beſtehe in der Eigenſchaft, dieſe oder jene Quantität Wärmeſtoff, mit einer gewiſſen Quantität Lichtſtoff verbunden, zurück zu ſchicken, und alſo aus dem weißen Lichte, welches ihn erleuchtet, die Quantität des darin enthaltenen Wärmeſtoffes und Lichtſtoffes durch ſeine Verwandtſchaft dahin abzuändern, daß der Körper dieſe oder jene Farbe erhalte. Die Intenſität der Farbe, welche, wenn ſie gegen die der andern Farbe ſehr ſtark iſt, Erhellung zu Wege bringt, beſteht in der Menge des auf die gehörige Art mit Wärmeſtoff verbundenen Lichtſtoffes. Es iſt ihm aber kein Mittel bekannt, die Intenſität der verſchiedenen Farben oder des verſchiedenen farbigen Lich-

tes

tes zu meſſen und er müſſe ſich bey ſeinen Unterſuchungen auf Farben nur von einerley Intenſität einſchränken.

Jeder Körper kann nur eine beſtimmte Quantität Licht, wodurch er erleuchtet wird, zerſetzen, und den übrigen Theil muß er als Spiegel zurückſtrahlen, wenn ſeine Oberfläche eben genug iſt.

Wenn Licht, welches durchs Prisma gehet, nicht mehr weißes, ſondern farbiges Licht gebe, ſo beweiſe dieß nichts, als daß das Prisma die Eigenſchaft habe, den Wärmeſtoff des weißen Lichtes unter eine Quantität Lichtſtoff nach dem Verhältniſſe zu zertheilen, daß dadurch die farbigen Lichter entſtehen. Uebrigens ſcheine ihn die Umwandlung des weißen Lichtes in die ſiebenfarbigen nur eine Vertheilung des Wärmeſtoffs zu ſeyn, und dieſes werde niemand oder wenigſtens ſehr gezwungen eine Zerlegung im chemiſchen Sinne nennen. Er nimmt alſo an, daß das Prisma bloß die Eigenſchaft habe, den Wärmeſtoff des weißen Lichtes ſo zu vertheilen, daß dadurch rothes, grünes und violettes Licht entſtehe; ein Theil des rothen Lichtbildes falle auf einen Theil des grünen, und es entſtehe Gelb; ein Theil des grünen Lichtbildes falle auf einen Theil des violetten und verurſache das Blau.

Die Erſcheinung, daß die ſiebenfarbigen Lichtſtrahlen in dem Verhältniſſe, wie ſie im Prisma entſtehen, das weiße Licht bey ihrer Wiedervereinigung geben, beweiſe weiter nichts, als daß das Prisma bey der Verwandlung des weißen Lichtes in das ſiebenfarbige dem Lichte nichts von ſeinen Beſtandtheilen entzogen, ſondern dieſe bloß anders vertheilet habe. Wenn man einen farbigen Lichtſtrahl, z. B. einen gelben, in einem zweyten Prisma zum zweyten Mahle breche, ſo werde dieſer dadurch in zwey andere, in einen rothen und grünen verwandelt. Es zeige nur an, daß das Prisma, wo es wegen der vorhandenen Quantität Wärmeſtoff angehe, dieſen ſo vertheile, daß rothes, grünes und violblaues entſtehe.

Eine ſonderbare Erſcheinung finde hierbey Statt. Nämlich das Prisma ſey im Stande, den Wärmeſtoff und Lichtſtoff

ſtoff im grünen und violetten Lichte ſo feſt zu verknüpfen, daß kein anderes Prisma durch die Kraft ſeiner Vertheilung, welche auf Attraktionskraft des brechenden Mittels beruhe, den Wärmeſtoff und Lichtſtoff anders zu vertheilen im Stande ſey. Wenn man aber durch Miſchung die beyden Farben Grün und Violet hervorbringe, ſo habe das Prisma die Kraft den Wärmeſtoff darin ſo zu vertheilen, daß die Farben dadurch entſtehen, woraus der gebrochene Lichtſtrahl gemiſcht war. Daher komme es, daß das urſprünglich prismatiſche Grün, durch ein zweytes Prisma gebrochen, nicht in Gelb und Blau verwandelt werde, wohl aber das durch die Miſchung entſtandene.

Auf die Kraft des Prisma, den Wärmeſtoff zu zertheilen, gründe ſich die Erſcheinung der farbigen Säume bey Betrachtung der Gegenſtände durchs Prisma.

Das Prisma ſey aber nicht das einzige Mittel, den Wärmeſtoff auf verſchiedene Art zu vertheilen, ſondern es gebe deren noch mehrere, als ſehr dünne Seifen- und Glasblaſen, zwey ſtark an einander gedruckte Plan- und Convergläſer, die Federn der Vögel und überhaupt ſehr dünne Körper. Hierbey müſſe er aber geſtehen, daß er keine hinreichende Erklärung davon geben könne.

Die Verſuche über die Miſchung der Farben macht man ſynthetiſch ſehr leicht auf einer Farbenſcheibe, welche ein auf einer Spitze horizontalliegendes Schwungrad iſt, das in einen ſchnellen Umlauf wie ein Kreiſel geſetzet werden kann. Auf dieſes Schwungrad legt man Scheiben von ſtarkem Papiere, welche auf dem Mittelpunkte des Rades mit ihrem Centro befeſtiget werden. Dieſe Scheiben theilet man in Sektoren, denen man durch Pigmente die Farben gibt, welche man miſchen will. Wenn man z. B. einen Halbkreis grün, den andern violet mahlet, und dieſen in einen ſchnellen Umlauf bringet, ſo nimmt die ganze Scheibe während des Umlaufes eine homogene blaue Farbe an.

Weil die Weißglühehitze von einer weit höhern Temperatur iſt, als die Rothglühehitze, daß alſo das Weiße den meiſten

meiſten Wärmeſtoff unter allen Lichtern zu haben ſcheine, ſo nimmt er an, daß der Lichtſtoff geſättiget mit Wärmeſtoff die Empfindung des weißen Lichtes hervorbringe, und daß das Schwarze der Lichtſtoff ohne allen Wärmeſtoff, oder Abweſenheit des Lichtes ſey, weil der Lichtſtoff nur durch Wärmeſtoff wirkſam werde.

Wenn das weiße Licht ungebrochen durchs Prisma ginge, ſo würde es auch wieder als weißes erſcheinen; er glaubte daher annehmen zu können, daß eine Farbe deſto mehr brechbar ſey, je weniger Wärmeſtoff, oder was einerley ſage, je mehr Lichtſtoff ſie enthalte. Alſo habe das grüne Licht mehr Wärmeſtoff als das rothe; eben ſo das blaue, welches aus der Miſchung von Grün und Violet entſtehe, enthalte mehr Wärmeſtoff, als das grüne. Dieß ſchade ſeiner Behauptung nichts, indem das gelbe bloß dadurch entſtehe, daß ein Theil des rothen Farbenbildes auf einen Theil des grünen falle, und das blaue dadurch, daß ein Theil Violet auf einen Theil des grünen falle.

Hieraus ſucht er nun Formeln herzuleiten, um daraus die Verhältnißzahlen für die Quantitäten des Wärmeſtoffs in den verſchiedenen Farben zu finden, wobey er den Hauptſatz zum Grunde leget: **die Quantität des zurückſtrahlenden Wärmeſtoffs in einer gemiſchten Farbe iſt gleich der Summe der Quantitäten des zurückſtrahlenden Wärmeſtoffs in ſeinen einzelnen Farben**, und gleichwohl ſoll die Miſchung der Farben eine chemiſche Durchdringung zwey oder mehrerer Arten farbiger Lichtſtrahlen ſeyn. (Allein bey chemiſchen Produkten kömmt es nicht ſo wohl auf die Quantitäten der zu miſchenden Stoffe, als vielmehr auf ihre Qualitäten an, indem alsdann erſt ein ganz anderes Produkt von ganz verſchiedenen Eigenſchaften der gemiſchten Stoffe entſtehet.)

Alle dieſe Hypotheſen, welche das Weſen der Farben zu ergründen erdacht ſind, haben zu viel Willkürliches, und ſind daher ſehr vielen Zweifeln ausgeſetzet. Die Erfahrung zeiget uns weiter nichts, als daß das auf das Prisma aufgefallene

fallene weiße Licht in verſchiedentlich farbiges Licht gebrochen werde; woraus wir bloß zu ſchließen berechtiget ſind, daß das weiße Licht aus verſchiedenem farbigen Lichte, vielleicht chemiſch gebunden, zuſammengeſetzet ſey, und daß es durch die Cohäſionskraft mit der brechenden Materie des Prisma in die verſchiedenen Farben getheilet werde. Was aber rothes, gelbes, blaues u. ſ. Licht ſey, davon hat uns bisher die Erfahrung nichts Beſtimmtes gelehret, und es läßt ſich alſo auch davon nichts weiter ſagen.

Von den bisher betrachteten Farben muß man die **Pigmente** unterſcheiden. Ein **Pigment** nämlich iſt der färbende Stoff ſelbſt, der erſt die Erſcheinungen, welche wir Farben nennen, zu Wege bringet; und es ſind daher Pigmente und Farben wie Urſache und Wirkung verſchieden. Nach dem gemeinen Sprachgebrauch werden die Pigmente zwar auch Farben genannt, allein bey wiſſenſchaftlichen Vorträgen muß man beyde ſorgfältig von einander unterſcheiden. So iſt z. B. der Zinnober, die Menige u. ſ. f. das Pigment; das Rothe aber, von welchem wir die Empfindung an dieſen Körpern haben, iſt die Farbe. Die Miſchung von Pigmenten fällt oft ganz anders aus, als die Miſchung von Farben; ſo gibt z. B. Lakmustinktur mit Salpeterſäure verbunden ein rothes Pigment, da ſonſt gelbe und blaue Farbe allemahl Grün gibt. Durch Pigmente kann man Farben darſtellen, welche in derſelben zuſammengeſetzet ſind, im Prisma aber ſich einfach zeigen. Verwechſelt man daher dieſe Nahmen, ſo kann man dadurch leicht zu Fehlſchlüſſen verleitet werden. So irrte ſich ſelbſt **Tobias Mayer** *), welcher zu ſeinem Farbenſyſteme drey Grundpigmente, roth, gelb und blau annimmt, und der Meinung war, als ob er dadurch **Newtons** ſieben Hauptfarben auf drey gebracht hätte; daher auch der damahlige Lehrer zu Göttingen, Herr **Röderer**, zu Herrn **Käſtner**, welcher neben ihm ſaß, als **Mayer** ſeine Abhandlung in der Societät vorlas, ſagte: **Mayer** verwechſelt pigmenta und colores.

Die

*) De affinitate colorum in opp. inedit. Goetting. 1775. 4.

Die Chemie gibt Beyſpiele, durch die Miſchung gewiſſer Stoffe Pigmente zu erhalten, welche ganz verſchiedene Farben bekommen. Wenn man z. B. Eiſenvitriol im Waſſer auflöſet, und zu dieſer ungefärbten Auflöſung ein wenig Galläpfeltinktur hinzutröpfelt, ſo wird dadurch die Solution violet, durch mehreres Zutröpfeln aber ſchwarz; durch zugeſetzte Säure verſchwindet die Farbe. Eben dieſe Eiſenvitriolſolution durch Blutlauge wird ſogleich ſchön blau.

Auch gehören hierher noch die ſo genannten ſympathetiſchen Tinten, womit man Schriften nach Gefallen durch gewiſſe Operationen ſichtbar und unſichtbar machen kann. Die Chemie zeigt die Mittel, dergleichen Tinten zu veranſtalten. Löſet man z. B. Gold und auch Zinn in Königswaſſer auf, verdünnet nachher beyde Solutionen mit fünf Mahl ſo vielem Waſſer, ſo werden Buchſtaben mit erſter Solution geſchrieben im Schatten getrocknet unſichtbar bleiben; überſtreichet man ſie aber mittelſt eines Pinſels mit der Zinnſolution, ſo wird die Schrift ſchön purpurroth u. ſ. f.

M. ſ. *Newtoni* optice L. I. P. 2. Lib. II. P. 1. 2. 3. **Prieſtley** Geſchichte der Optik aus dem Engl. überſ. durch **Klügel**, an verſchiedenen Stellen. **Erxleben** Anfangsgründe der Naturlehre durch **Lichtenberg**. §. 326 — 381.

Farben, zufällige (colores accidentales, couleurs accidentelles) ſind Erſcheinungen von Farben, welche dem Lichte nicht eigenthümlich ſind, ſondern auf die beſondern Umſtände des Auges ankommen. Man unterſcheidet dieſe Farben von denjenigen, welche dem natürlichen Lichte eigenthümlich ſind. Der Herr von **Büffon** *) entdeckte dieſen Unterſchied zuerſt, und führte dieſe Benennung ein.

Als **Büffon** ſeine Augen lange Zeit gegen ein rothes Viereck auf weißem Grunde gerichtet hatte, ſo entſtand um daſſelbe ein blaßgrüner Rand, und wie er die Augen vom rothen Vierecke weg auf den weißen Grund wandte, ſo zeigte ſich darauf ein ſanft grünes etwas ins Blaue fallendes Viereck. Auf

*) Diſſ. ſur les couleurs accidentelles; in den mém. de l'Acad. des ſcienc. 1743. p. 147. überſ. im hamb. Magazin. B. I. S. 425.

Auf eben dieſe Weiſe brachte Gelb auf weißem Grunde ein blaſſes Blau; Grün auf weißem Grunde ein blaſſes Purpur; Blau auf Weiß ein blaſſes Roth; Schwarz auf Weiß ein helles Weiß als der Grund ſelbſt, worauf das Schwarze lag, und Weiß auf Schwarz ein dunkeles Schwarz hervor.

Da er das rothe Viereck auf dem weißen Grunde lange Zeit betrachtet hatte, und den erwähnten blaßgrünen Rand um dasſelbe wahrnahm, ſo fuhr er noch immer fort es anzuſehen; da ſich alsdann das Viereck in der Mitte verfärbte und blaſſer, an den Seiten aber ſtärker roth ward. Hierauf entfernte er ſich rückwärts beſtändig mit unverwandtem Blicke auf das Viereck von demſelben, und es theilte ſich nun der tief gefärbte rothe Rand des Vierecks an jeder Seite in zwey Theile, daß dadurch über dasſelbe ein eben ſo tiefrothes Kreuz gezogen zu werden ſchien. Er ſah immer noch auf das Viereck, und das Ganze verwandelte ſich in ein Rechteck von gleicher Höhe mit dem Vierecke, aber nur den ſechsten Theil ſo breit und ſo lebhaft roth, daß es die Augen verblendete.

Als er nun ſeine Augen von da weg auf eine andere Stelle des weißen Grundes wandte, ſahe er das Bild dieſes Rechteckes wie abgezeichnet und lebhaft grün gefärbet. Dieſer Eindruck dauerte lange Zeit, verminderte ſich nur allmählig, und blieb noch im Auge zurück, wenn es geſchloſſen war. Aehnliche Erſcheinungen bemerkte er auch, wenn er auf dieſelbe Art ein gelbes, ſchwarzes oder ſonſt gefärbtes Viereck betrachtete; der letzte Eindruck von einem gelben Vierecke war ein blaues Rechteck, und von einem ſchwarzen Vierecke ein weißes Rechteck. Dieſe Verſuche wurden von einigen ſeiner Freunde wiederhohlet, und ſie ſahen alle mit ihm dieſelben Erſcheinungen.

Auch fand er, daß dieſe zufälligen Farben ſich veränderten, ſo wie ſie ſich mit den natürlichen vermiſchten und zwar nach denſelben Regeln, welche die letztern beobachten. Denn wenn eine zufällige grüne Farbe, welche von einer natürlichen rothen hervorgebracht war, auf einen hellen rothen Grund

fiel, ſo verwandelte ſich das Grüne in Gelb; fiel ein zufälliges Blau, welches von einem lebhaften Gelb entſtanden war, auf einen gelben Grund, ſo ward es grün.

Auch Herr **Aepinus** [α]) hat verſchiedene genaue Beobachtungen über die zufälligen Farben angeſtellet, woraus er folgende Sätze herleitet. Der lebhafte Eindruck, welchen das Auge durch Betrachtung der Sonne oder eines andern leuchtenden Körpers erhält, ſtellet zuerſt ein gelbes, alsdann ein grünes, und darauf ein blaues Bild dar. Als er einen weißen Gegenſtand betrachtete, während daß der von der Sonne in ſeinem Auge gemachte Eindruck noch fortdauerte, ſchien er ihm bräunlich zu werden, und mehr oder weniger ins Rothe zu fallen. Auch bemerkte er, daß dieſes Bild der Sonne ſich auf der Netzhaut etwas erweiterte. Wenn er aber das Bild der Sonne auf einen weißen Gegenſtand fallen ließ, ſo ward die Einfaſſung blau.

Dieſe Beobachtungen des Herrn **Aepinus** ſtimmen mit denen, welche auch ſchon **de la Hire** [β]) gemacht hat, überein, indem er anführet, daß das Bild der Sonne oder eines andern leuchtenden Körpers, den man eine Zeitlang betrachtet hat, wenn man die Augen verſchließe, zuerſt roth, dann gelb, grün und zuletzt blau werde. Hieraus kann man nun die allmählige Schwächung des Eindrucks des Lichtes, wenn der Gegenſtand ihn nicht mehr unterhält, und die Ordnung der Farben in Abſicht auf die Stärke, damit ſie auf das Auge wirken, abnehmen.

Herr **D'Arcy** [γ]) hielt es der Mühe werth, genauer zu beſtimmen, wie lange der Eindruck des Lichtes unter verſchiedenen Umſtänden fortdaure. Zu dem Ende erdachte er eine Maſchine, welche aus einem Kreuz beſtand, das ſich vermittelſt eines Rades und eines Gewichtes um ſeine Axe drehete, mit

α) Obſervationes quaedam ad opticam pertinentes; in commentat. Petropol. Tom. X. p. 282.

β) Sur les differ. accidens de la vue; in den mém. de l'Acad. des ſcienc. 1694.

γ) Mémoir. de l'Acad. des ſcienc. 1765.

mit einer Geſchwindigkeit, welche er nach Willkür verändern und aufs genaueſte meſſen konnte. Um die Bewegung dieſer Maſchine zu beobachten, ſtellte er jemanden 28 Toiſen weit davon in ein Zimmer, in welches kein Licht, als von dem Gegenſtande einer auf dem Kreuze befeſtigten glühenden Kohle kommen konnte, und der Verſuch ward bey Nacht mit der möglichſt genaueſten Vorſicht angeſtellt. Er fand, daß die Kohle einen ununterbrochenen Kreis zu beſchreiben ſchien, wenn ſie ihren Umlauf in 8 Terzien vollendete, und daß bey einer geringern Geſchwindigkeit der Kreis nicht voll ward. Daraus folgert **D'Arcy**, daß der Eindruck des Lichtes auf das Auge 8 Terzien währet. Er fügt noch folgende Bemerkungen hinzu: 1) ob die verſchiedene Stärke des Lichtes nicht einen merklichen Unterſchied in der Dauer des Eindrucks verurſachen würde; 2) ob die verſchiedenen Entfernungen des Beobachters hierbey was thun mögen; 3) ob die verſchiedene Farbe des Lichtes einen Einfluß auf die Dauer des Eindrucks hätte.

Auch **Franklin** [α]) hat einige Verſuche über die zufälligen Farben angeſtellet.

Beguelin [β]) nahm ein Mahl wahr, als er die tief ſtehende Sonne im Geſichte hatte, und eine Schrift im Schatten las, daß ſich die ſchwarzen Buchſtaben in hellrothe zu verwandeln ſchienen. Er erkläret dieſe Erſcheinung auf folgende Art: wenn man in dem Falle, da die Sonne das Geſicht beſcheinet, zur Schwächung des Lichtes ſchließet, und der Glanz der Sonne durch die mit Blute angefüllten Augenlieder fällt, ſo wird dadurch auf der Netzhaut die Empfindung der rothen Farbe zu Wege gebracht.

Vorzüglich lehrreich handelt von den zufälligen Farben **D. Robert Waring Darwin** [γ]). Er nennt die Eindrücke

α) New experiments and obſervat. Lond. 1769.

β) Sur la ſource d'une illuſion du ſens de la vue, qui charge le noir de couleur d'ecarlate; in mém. de l'Acad. roy. des ſcienc. à Pruſſe 1771. p. 8.

γ) Philoſoph. transact. Vol. LXXVI. überſ. in C. Groſſe Magazin für die Naturgeſchichte des Menſchen. B. II. St. 2. Leipzig und Zittau 1789. S. 66 — 138.

drücke, welche geſehene Gegenſtände im Auge zurücklaſſen, Spectra im Auge, die er unter folgende vier Claſſen bringt: 1) ſolche, welche von allzugroßer Thätigkeit, 2) welche von dem Mangel der Empfindlichkeit der Netzhaut herrühren, 3) directe Spectra, welche mit den beobachteten Gegenſtänden gleiche Farbe und 4) inverſe oder reverſe, welche mit denſelben verſchiedene Farbe zeigen, und welche letztere **Büffon** zufällige Farben nannte. Dieſe Benennung hält **Darwin** für unſchicklich, weil dergleichen Erſcheinungen gewiſſen beſtimmten Geſetzen folgten, welche er zu entdecken ſich bemüht. Aus ſeinen ſehr mannigfaltigen abgeänderten Verſuchen glaubt Darwin folgern zu können, daß die Netzhaut beym Sehen ſich nicht im leidenden, ſondern im thätigen Zuſtande befinde; vielleicht ſey ſie ſo gar mit Muskelfibern verſehen, erhalte Reitz vom Lichte, und gerathe durch verſchiedene Grade des Reitzes in fortdauernde krampfhafte Bewegung von der einen oder von der entgegengeſetzten Art, die mannigmahl aufhören, mannigmahl wiederkommen, und bey allzuheftigem Reitze in einen lang anhaltenden krampfhaften Zuſtand übergehen können. M. ſ. den Artikel **Geſichtsfehler**.

M. ſ. **Prieſtley** Geſchichte der Optik S. 450 u. f.

Farbenbild, prismatiſches, gefärbtes Sonnenbild (imago ſolis colorata, ſpectrum coloratum, image colorée, ſpectre coloré) iſt das farbige Bild, welches von der Brechung des Lichtes in dem gläſernen Prisma entſtehet. Wenn man nämlich in einem dunkeln Zimmer durch eine kleine Oeffnung Sonnenlicht fallen läßt, welches durch ein dreyſeitiges gläſernes Prisma aufgefangen wird, ſo vertheilet ſich dieſes Licht nach der Brechung in verſchiedentlich gefärbte Strahlen, welche auf der Wand, die ſelbige auffängt, ein längliches viereckiges Bild, das oben und unten mit krummen Linien begrenzt iſt, zu Wege bringen, und welches folgende vorzüglich bemerkbare Farben gibt: Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo und Violet. Dieſes Bild heißt eben das Farbenbild.

Das Farbenbild war vor **Newton** längſt bekannt geweſen, allein man hatte auf die längliche Geſtalt desſelben weiter nicht geachtet. Erſt **Grimaldi** *) bemerkte, daß ein Lichtſtrahl beym Durchgange durch ein Prisma eine doppelte Brechung erleide, und dadurch aus einander gebreitet werde. Er wußte auch ſchon, daß ein Theil des Lichtes im Prisma mehr gebrochen werde, als der andere; allein er betrachtete dieß noch nicht als eine verſchiedene Brechbarkeit des farbigen Lichtes, woraus der Strahl zuſammengeſetzet war. Dieſe Entdeckung ward **Newton** vorbehalten. Als dieſer ſich nämlich im Jahre 1666 mit Schleifung optiſcher Gläſer beſchäftigte, und zugleich ein dreyſeitiges gläſernes Prisma anſchaffte, um die Erſcheinungen der Farben näher zu unterſuchen, ſo fiel ihm die längliche Geſtalt des auf der Wand abgemahlten Farbenbildes auf, welche nach den gewöhnlichen Geſetzen der Brechung kreisrund hätte ſeyn müſſen, weil die Oeffnung, durch welche das Licht ins finſtre Zimmer gelaſſen wurde, kreisrund war. Die Seitenlinien dieſes länglichen Farbenbildes fand er gerade, an den beyden Enden verlor ſich das Licht ſo allmählig, daß er die Figur derſelben nicht recht wohl beſtimmen konnte, wiewohl ſie ihm ein Halbkreis zu ſeyn ſchien. Dadurch wurde er nun deſto mehr in Verwunderung geſetzt, weil es ihm noch unbekannt war, daß ein Jahr zuvor **Grimaldi** dieſelbe Beobachtung gemacht hatte. Er bemerkte, daß die Länge dieſes farbigen Bildes etwa fünf Mahl größer als die Breite war, und dieſe ſo große Ungleichheit gab ihm Veranlaſſung genug, die Urſache davon zu entdecken. Zuerſt ſtand er in der Vermuthung, daß vielleicht ein Unterſchied in der Dicke und Beſchaffenheit des Glaſes oder andere zufällige Umſtände Urſachen dieſer Erſcheinung wären; allein er fand dieſe Vermuthung völlig ungegründet. Nachher unterſuchte er dieſen Umſtand genauer, und maß alle beym Verſuche vorkommende Linien und Winkel, berechnete alsdann hieraus, wie groß das Bild der Sonne im Durchmeſſer nach den gewöhnlichen Geſetzen der Bre-

*) De lumine, coloribus et iride. Bononiae 1665. 4.

Brechung hätte ſeyn müſſen. Die Breite des Bildes fand er zwar eben ſo, wie ihn die Rechnung gelehret hatte, allein die Länge übertraf ſein berechnetes Reſultat ſo ſehr, als daß er dieſe Abweichung von bloß zufälligen Urſachen hätte ableiten ſollen. Zuletzt kam er endlich nach vielen noch vorher mißlungenen Verſuchen und Muthmaßungen auf den Hauptverſuch, welcher unter dem Artikel **Brechbarkeit** n. 2. iſt angeführet worden, und woraus er ohne Bedenken folgerte, daß die Urſache des länglichen Farbenbildes in der verſchiedenen Brechbarkeit des Lichtes liege; das weiße Licht müſſe nämlich aus verſchiedenen Gattungen vom farbigen Lichte zuſammengeſetzet ſeyn; alle dieſe Gattungen müſſen in einerley brechenden Materie verſchiedene Brechungsverhältniſſe beſitzen, und eben darum müſſe das weiße Licht bey gleichem Einfallswinkel verſchiedentlich gebrochen werden.

Daß bey dem Farbenbilde ſelbſt die verſchiedenen Farben durch keine ſcharfen Grenzlinien unterſchieden ſind, ſondern durch unendliche Abſtufungen gleichſam in einander fließen, davon läßt ſich der Grund alſo geben: bey einem jeden gefärbten Strahl gibt es eigentlich unendlich viele Verſchiedenheiten von Brechbarkeit, welche zwiſchen der größten und kleinſten Brechbarkeit ſich befinden. Betrachtet man das rothe Licht zuerſt, welches folglich die geringſte Brechbarkeit beſitzet, ſo würde dieſes für ſich allein ein kreisrundes Bild der Sonne nach der Brechung geben müſſen; zu dieſem Lichte kömmt nun noch etwas größer brechbares Licht hinzu, welches ebenfalls für ſich ein kreisrundes Bild der Sonne bildet, deſſen Mittelpunkt mit dem Mittelpunkte des vorigen nahe zuſammenfällt; hierzu kömmt noch mehr brechbares rothes Licht hinzu, deſſen Bild wiederum ein Bild der Sonne iſt, und wovon der Mittelpunkt dem Mittelpunkte des vorigen Bildes nahe liegt, und ſo geht es durch alle mögliche Gattungen vom rothen Lichte fort bis zu dem geringſten brechbaren orangegelben Lichte und ſo weiter bis zu dem größten brechbaren violetten Lichte. Daraus folget aber, daß lauter in einander fließende Kreiſe entſtehen, deren Anzahl

zahl wegen der unendlich vielen Verſchiedenheiten des gefärbten Lichtes unendlich iſt, und eben dieß verurſachet, daß die ſieben Farben, welche wir nur wegen der Unvollkommenheit unſeres Geſichtes wahrnehmen können, durch keine ſcharfen Grenzlinien abgeſondert ſind, und daß das Farbenbild ſelbſt auf beyden Seiten durch Kreisbogen begrenzt iſt. Auch erhellet hieraus, daß das Farbenbild auf beyden Seiten durch gerade mit einander parallel laufende Linien begrenzt ſeyn müſſe.

Könnte man die Kreiſe, ohne die Lage ihrer Mittelpunkte zu verändern, im Durchmeſſer verkleinern, ſo würde man nun die Stellen der Hauptfarben kenntlicher unterſcheiden können. **Newton** erhielt dieß durch folgendes Mittel. Er nahm ein auf beyden Seiten erhabenes Glas, und fing hiermit das Licht in einer Entfernung von der Oeffnung, durch welche das Licht ging, von etwa 11 bis 12 Fuß auf, ſtellte gleich hinter daſſelbe das dreyſeitige Prisma, und ließ das Bild auf einem weißen Papiere ſich abmahlen. Hier zeigte ſich dieſes Farbenbild kleiner aber viel lebhafter und deutlicher. Wenn der durch die Oeffnung kommende Strahlencylinder weder von der Glaslinſe noch von dem dreyſeitigen Prisma aufgefangen würde, ſo würde auf der Ebene ein weißer Kreis (fig. 56.) gh abgebildet, deſſen Durchmeſſer dem Durchmeſſer der Oeffnung gleich wäre; würde ferner der Strahl von der erhabenen Glaslinſe allein aufgefangen, ſo würde ebenfalls das Bild auf der Ebene ein weißer aber viel kleinerer Kreis als der vorhin ſeyn, aber einerley Mittelpunkt mit demſelben haben; wenn aber der hinter der Linſe gebrochene Strahlenkegel durch ein dreyſeitiges Prisma aufgefangen wird, ſo müſſen nun natürlich die vom Sonnenlichte ungleichartigen herrührenden Strahlen verſchiedentlich gebrochen werden, und daher ein kleineres Farbenbild verurſachen, in welchem die Farben viel deutlicher und lebhafter zu erkennen ſind.

Wenn die Länge des Farbenbildes $= 1$ geſetzet wird, ſo beträgt die Länge des rothgefärbten Lichtes $\frac{1}{8}$, des orangegefärbten $\frac{3}{40}$, des hellgefärbten $\frac{2}{15}$, des grüngefärbten $\frac{1}{6}$, des hellblau-

hellblaugefärbten $\frac{1}{6}$, des indigogefärbten $\frac{1}{9}$ und des violetgefärbten $\frac{2}{9}$.

Hieraus laſſen ſich nun noch folgende Phänomene erklären: wenn man einen kleinen Strahlencylinder im finſtern Zimmer auf einen gläſernen geraden Kegel ſo fallen läßt, daß die Spitze des Kegels dem einfallenden Strahlencylinder zugekehret iſt, ſo mahlt ſich hinter dem Kegel auf einer Ebene von den gebrochenen Strahlen ein ſchöner Kreis von allen ſieben Farben in folgender Ordnung ab: die rothe liegt dem Mittelpunkt am nächſten, dann folgt in einem Ringe die orangegelbe, hierauf in einem Ringe die hellgelbe u. ſ. f. bis zum äußern Ringe von violetblauer Farbe. Kehrt man hingegen die Grundfläche des Kegels dem Strahlencylinder zu, ſo fällt dieſe ganze Erſcheinung weg. Es ſey zu dem Ende (fig. 57.) d e f a ein Strahlencylinder, welcher auf den Kegel a b c gegen die Spitze zu auffällt, ſo wird der Strahl a n, welcher auf die Spitze des Kegels kömmt, ungebrochen durchgehen, weil er mit der Axe des Kegels zuſammenfällt. Diejenigen Strahlen aber, welche oberwärts der Axe auf die Kegelfläche auffallen, werden nach der Brechung eine Lage erhalten, welche unterwärts der Axe a n fällt, diejenigen aber, welche unterwärts der Axe auffallen, werden nach der Brechung oberwärts der Axe ihre Lage erhalten. Fällt nämlich der Strahl d e auf die Fläche a b, ſo wird er nach der Brechung im Glaſe dem Einfallsloth zugelenkt, und bekömmt die Lage e h, beym Uebergange aus dem Glaſe in die Luft aber wird er von dem Neigungslothe abgelenkt, und erhält daher die Lagen h k, h l, h m u. ſ. unterwärts der Axe a n, nachdem der Strahl ein violetter, dunkelblauer, hellblauer, grüner u. ſ. f. iſt, weil der violette ſtärker als der dunkelblaue, dieſer ſtärker als der hellblaue u. ſ. f. gebrochen wird. Auf eben dieſe Art wird der Strahl g f unterhalb der Axe im Glaſe nach der Richtung f i und in der Luft nach der Richtung i k, i l, i m u. ſ. oberhalb der Axe gebrochen, nachdem der Strahl abermahls ein violetter oder dunkelgelber oder hellgelber u. ſ. f. iſt. Hieraus ſieht

man alſo offenbar, daß die hinter dem Kegel gebrochenen Strahlen in einem Kreiſe liegen müſſen, und zwar die rothen dem Mittelpunkte am nächſten, hernach die orangegelben, darauf die hellgelben u. ſ. f. bis zum äußerſten Rande, welchen die violetten Strahlen begrenzen. Wäre im Gegentheil die Grundfläche (fig. 58.) ab des Kegels abc gegen den einfallenden Strahlencylinder defg zugekehret, ſo geht der Strahl, welcher mit der Axe hc zuſammenfällt, ungebrochen durch. Der Strahl de über der Axe hc geht zwar auch ungebrochen ins Glas über, weil er auf die Grundfläche des Kegels ſenkrecht auffällt, fällt aber gegen die Kegelfläche unter einem ſolchen Winkel auf, daß beym Uebergange dieſes Strahls in die Luft der Sinus des gebrochenen Winkels größer als der ganze Sinus ſeyn würde, welches unmöglich iſt, daher reflektirt er nach l hin, und geht durch die Kegelfläche in bc ungebrochen durch, weil er hier entweder völlig ſenkrecht, oder doch wenigſtens ſehr nahe ſenkrecht auffällt. Eben dieß findet auch mit dem Strahl gf Statt, dieſer wird in k reflektiret, und nimmt die Richtung km. Der Erfolg von allen übrigen Strahlen, welche unter- und oberhalb der Axe auffallen, iſt der nämliche, mithin können ſie kein Bild zu Wege bringen.

M. ſ. **Prieſtley** Geſchichte der Optik. S. 174 f.

Farbenclavier (clavecin oculaire) iſt ein vom **P. Caſtel** vorgeſchlagenes Werkzeug, eine ſo genannte Farbenmuſik hervorzubringen, die das Auge durch die Mannigfaltigkeit der Farben eben ſo ergötzen ſoll, als das Ohr bey der Muſik durch die Mannigfaltigkeit der Töne ergötzet werde.

Nachdem **Newton** bey der Unterſuchung des Farbenbildes die Seitenlinien desſelben ſcharf begrenzt erhalten hatte, ſo zeichnete er den Umriß auf ein Papier, und ließ das Bild genau auf dieſe Zeichnung fallen. Hierauf ließ er durch einen Gehülfen, welcher die Farben ſehr genau unterſcheiden konnte, die Grenzen einer jeden Hauptfarbe bey (fig. 59.) e, f, g, h, i, k, mit Queerlinien bezeichnen. Wenn nun ac bis d verlängert würde, ſo daß cd = ae genommen und die

die ganze Länge a d ſo eingetheilet ward, daß a d, e d, f d, g h, h d, i d, k d, c d ſich wie 1, $\frac{8}{13}$, $\frac{5}{6}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{9}{16}$, $\frac{1}{2}$ verhielten, ſo fand er in dem Zwiſchenraume c k Roth, in k i Orange, in i h Gelb, in h g Grün, in g f Blau, in f e Indigo und in e a Violet. Man ſieht hieraus ſehr leicht, daß dieſe Intervallen auf eine ſehr wunderbare Weiſe mit den Zahlen der weichen muſikaliſchen Tonleiter übereinſtimmen, weil dieſe angeführten Zahlen die Längen der Saiten für den Grundton, die große Sekunde, kleine Terz, Quarte, Quinte, große Sexte, große Septime und Oberoktave ausdrucken. In dieſer Aehnlichkeit der Farben mit den Tönen meinte der P. **Caſtel** ein Mittel zu finden, das Auge gleichſam durch eine Farbenmuſik zu ergötzen, und gab im Jahre 1725 eine Schrift unter dem Titel: clavecin oculaire heraus, in welcher er die Einrichtung eines ſolchen Werkzeuges mit vielem Witze und lebhafter Einbildungskraft zu beſchreiben ſich bemühete. Auch **Krüger**[α]) hat vielleicht mehr im Scherze als im Ernſt einige Ideen von dem Farbenclavier angegeben.

Der Herr von **Mairan**[β]) hat bewieſen, daß der Gedanke von einem Farbenclaviere ſich nicht ausführen laſſe, und ein bloßes Spiel der Phantaſie bleiben werde. Er führt eine Menge weſentlicher Verſchiedenheiten zwiſchen Farben und Tönen an, welche ſich auf die Empfindungen, die ſie in uns erregen, beziehen, und ſchließt ſeine Abhandlung mit den Worten: die Aehnlichkeit des Lichtes und des Schalles und ihrer Modifikationen kömmt am Ende bloß auf gewiſſe äußerliche phyſikaliſche und mathematiſche Verhältniſſe an, die eine höchſt entfernte Beziehung auf ihre in die Sinne fallende Eigenſchaften haben. In der That haben auch die Mahlerey und die Muſik von jeher ganz verſchiedene Mittel angewandt, uns zu vergnügen; jene die gegenſeitigen Ruheſtellen und die unveränderte Lage ihrer Farben, dieſe

α) Hamburg. Magazin. B. I. St. 4. A. 1. §. 8.
β) Mémoire de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1731. p. 61.

die beſtändige langſamer und geſchwinder fortſchreitende Folge ihrer Töne und Accorde.

Auch Herr Heydenreich *) hat mit vielem Scharfſinn erwieſen, daß die Ausführung von einem Farbenclavier ganz unmöglich ſey. Wenn die Verbindungen von Farben eben das bewirken ſollten, was die Töne bewirken, ſo müßten ſie 1. eben ſo fähig ſeyn, Leidenſchaften und Empfindungen zu machen, wie die Töne. Allein die ganze Leiter der Farben gibt kein ſo beſtimmtes und leicht zu erkennendes Verhältniß zu den Intervallen derſelben an, daß man daher eine wirkende Melodie zu Wege bringen könnte. Selbſt iſt die Form der Farben der Raum nicht aber die Zeit, und Leidenſchaften und Empfindungen können nur durch ſolche Zeichen abkopiret werden, welche mit ihnen die nämliche Form, die Zeit, haben. Geſetzt auch, man wollte die Farben in Bewegung bringen, ſo würden ſich doch dieſe nicht ſelbſt bewegen, ſondern nur das, woran ſie ſich befinden. Der Ton hat ſeine Exiſtenz durch ſein Schweben in der Zeit, die Farbe durch ihre Ruhe in einem Theile des Raumes; 2. durch das Geſicht müßten die Reihen von Farben eben ſo ſchnell unterſchieden werden können, als das Gehör die Reihen der Töne unterſcheidet. Allein wenn nur Reihen von Farben mäßig geſchwind vor den Augen vorübergehen, ſo bewirken ſie eine verworrene Vorſtellung, welches bey den Tonreihen keines Weges der Fall iſt. 3. Auch müßte das Geſicht mit unſerem Gedächtniſſe und Dichtungsvermögen für Leidenſchaften und Empfindungen in eben dem nahen Zuſammenhange ſtehen, als das Gehör. Die Vertheilung und Anordnung des Lichtes und Schattens des Kolorits, alles iſt hier ruhend fähig Empfindungen und Leidenſchaften zu erwecken, ſo viel es übrigens der Geſichtsſinn erlaubt. Die ähnlichen Geſetze der Farben und Töne, wie die Uebereinſtimmung der Zahlen der weichen Tonleiter und der farbigen Felder im prismatiſchen Farbenbilde ſind alſo ganz zufällig.

M.

*) Syſtem der Aeſthetik. Leipzig 1790. 8. Sechste Betrachtung S. 224 f.

M. ſ. **Prieſtley** Geſchichte der Optik. 550.

Farbendreyeck, Farbenpyramide (triangulum chromaticum, pyramis chromatica, chromatoſcopium, triangle chromatique, pyramide chromatique) iſt eine mathematiſche Anordnung von gemiſchten Farben, die ſich aus drey Hauptfarbepigmenten zuſammenſetzen laſſen. Die Abſicht hierbey iſt, den ſo vielfach verſchiedenen Farben beſtimmte Benennungen zu geben und das Verhältniß ihrer Miſchung aus den drey Hauptfarben, roth, gelb und blau zu beſtimmen. Man unterſcheidet hier zwar auch die **einfachen** von den **zuſammengeſetzten** Farben, allein dieſer Unterſchied iſt keines Weges in der Bedeutung zu nehmen, wie Newton die prismatiſchen Farben von den aus dieſen zuſammengeſetzten Farben unterſchied, ſondern man nimmt bloß das Roth, Blau und Gelb als einfach an, weil man aus Miſchung anderer Farben keine von dergleichen Farben erhalten kann.

Die erſte Idee einer wiſſenſchaftlichen Miſchung der Farben aus gewiſſen einfachen hatte ſchon im 16ten Jahrhundert der Mahler, **Lionardo da Vinci**. Der P. **Caſtel** [α]) nahm drey Grundfarben an, nämlich das Feuerroth, Schüttgelb und Himmelblau und eignete ſich die Erfindung dieſes Gedankens zu. Allein le **Blond** [β]) hat ſchon in einer Schrift, über das Abdrucken der Kupferplatten mit Farben, alle Farbenmiſchungen aus drey Farben hergeleitet. **Zahn** [γ]) kam zuerſt auf den Gedanken, die Zuſammenſetzung der Farben in ein Dreyeck zu ordnen; er nimmt aber fünf Hauptfarben an, nämlich außer den drey genannten nach Weiß und Schwarz. Stellt man ſich das gleichſeitige Dreyeck (fig. 60.) r b g vor, und theilt eine jede Seitenlinie in 5 gleiche Theile ein, ſo läßt ſich durch Ziehung gerader Linien durch dieſe Theilungspunkte das ganze Dreyeck in lauter kleine dreyeckige Felder zerlegen. **Zahn** bringt nun

α) L'optique des couleurs à Paris 1740. 8.
β) Harmony of colouring Lond. 1737. und l'art d'inprimer les tableaux. à Paris 1756. 8.
γ) Oculus artificialis teledioptricus Herbip. 1685 fol. in d. zweyten Ausg. von 1702. p. 111.

nun auf die fünf Theilungspunkte der einen Seite die von ihm angenommenen fünf Hauptfarben, und die Miſchungen in die übrigen Durchſchnittspunkte, ſo daß die aſchgraue an die Spitze des Dreyecks kömmt. Die Idee von einem Farbendreyeck hat auch **Tobias Mayer** in dem von ihm in jüngern Jahren herausgegebenen mathematiſchen Atlas vorgetragen, wo er ebenfalls fünf Hauptfarben, Weiß, Gelb, Blau, Roth und Schwarz annimmt, welche er A, E, I, O, V nennt, und zu gleichen Theilen ſo miſcht, daß daraus die Farben AE, AI, AO, AV, EI u. ſ. f. entſtehen. Nach reifer Ueberlegung lieferte er endlich ein wahres Farbenſyſtem, das er der königlichen Geſellſchaft der Wiſſenſchaften zu Göttingen im Jahre 1750 vorlegte, wovon aber damahls weiter nichts als eine kurze Nachricht in den göttingiſchen gelehrten Anzeigen bekannt wurde. Indeſſen zog dieß viel Aufmerkſamkeit nach ſich, und veranlaßte verſchiedene Schriften, in welchen dieſer Sache mehr nachgedacht wurde, von **Schäffer** [α]), **Ignaz Schiffermüller** [β]) und beſonders von **Lambert** [γ]). Endlich kam **Mayers** Abhandlung ſelbſt heraus mit ſehr wichtigen Anmerkungen vom Herrn **Lichtenberg** [δ]). Mayer theilet jede Seitenlinie des Dreyecks in 13 gleiche Theile ein, ſo daß er zuſammen 91 kleine dreyſeitige Fächer erhält. Er nimmt hierbey die drey Hauptfarben Roth, Gelb und Blau an, welche die drey Fächer an den Ecken r, b, g enthalten, hierzu nimmt er die Pigmente Bergzinnober, helles Bergblau und Königsgelb. In den übrigen Fächern ſind die Farben r, b, g in

α) Entwurf eines allgemeinen Farbenverein, oder Verſuch und Muſter einer gemeinnützigen Beſtimmung und Benennung der Farben. Regenſ. 1769. 4.

β) Verſuch eines Farbenſyſtems. Wien 1772. 4.

γ) Beſchreibung einer mit dem calauſchen Wachſe ausgemahlten Farbenpyramide, wo die Miſchung jeder Farbe angeordnet, dargelegt und derſelben Berechnung und vielfacher Gebrauch gewieſen wird, mit ein. ausgem. Kupfertafel. Berlin, 1772. 4.

δ) De affinitate colorum in *Tob. Mayeri* opp. ined. Vol. I. cura *G. C. Lichtenberg*. Goett. 1775. 4.

in dem Verhältniſſe der Perpendikularlinien, welche ſich von den Seiten des Fachs auf die Seiten des ganzen Dreyecks fällen laſſen, vorhanden; z. B. ein Feld beſtehe aus zwey Theilen Roth, zwey Theilen Blau und einem Theile Gelb, ſo wird man die hieraus entſtandene Farbe nach **Mayer** durch $r^2b^2g^1$ oder nach **Lichtenberg** durch $2r + 2b + g$ ausdrucken können. Wollte man in dieſe Farbenleiter auch die Abſtufungen bringen, die entſtehen, wenn die vorigen Farben noch mit weiß vermiſcht werden, ſo könnte man mit Herrn **Lichtenberg** das ganze Farbenſyſtem in ein Prisma vertheilen, deſſen Grundflächen gleichſeitige Dreyecke ſind, wo die Farben von der untern Grundfläche bis zur obern durch alle mögliche Stufen der Helligkeit zwiſchen Schwarz und Weiß fortgehen könnten. Auch hat Herr **Lichtenberg** ein Muſter eines ausgemahlten Dreyecks von 28 Feldern beygefügt, bey deſſen Ausführung er verſchiedene Schwierigkeiten fand. Beſſer gelang es ihm, wenn er trockene Farben dazu gebrauchte. Im Jahre 1774 legte er ein ſolches Farbendreyeck von trockenen Staubfarben der Geſellſchaft der Wiſſenſchaften zu Göttingen vor. Zuerſt ſtellte er eine Prüfung an, in welchem Verhältniſſe die verſchiedenen Pigmente unter einander zu vermiſchen wären, um ſo viel als möglich die daraus entſtehenden Farben rein zu erhalten. So fand er z. E. daß ein Theil Gelb, ſechs Theile Blau mit einander vermiſcht ein Grün gaben, in welchem weder Gelb noch Blau mehr hervorſtachen. Daraus berechnete er nun, wie viel von den drey Farbenpigmenten, nämlich Bergzinnober, Bergblau und Königsgelb, dem Gewichte nach genommen werden müßte, um die Verhältniſſe des Farbendreyecks richtig zu beſtimmen.

Der Herr Prof. **Erxleben** *) erinnert, daß man die Pigmente nicht nach dem Gewichte, ſondern nach dem Volumen mit einander vermiſchen müßte. Zu den Grundfarben nahm er Carmin, Berlinerblau und Königsgelb, verglich ihre eigenthümlichen Gewichte und fand ſie nach der

*) Phyſikaliſche Bibliothek. B. I. St. 4. S. 403 u. f.

Folge ein wenig kleiner als Eins, Eins und Zwey. Aus ein Paar Proben urtheilte er, daß die Intenſität dieſer Pigmente gleich wäre, da ſie nach ihrem Volumen mit einander gemiſcht ein Rothgelb, ein Grün und ein Violet gaben, das ſich weder auf die eine noch andere Seite neigte. Zu einem Theile Gelb nahm er bey der Miſchung immer doppelt ſo viel Königsgelb am Gewichte, als vom Berlinerblau am Gewichte zu einem Theile Blau, und zum Roth ein klein Weniges weniger vom Carmin, als vom Berlinerblau zu eben ſo viel Blau hätte genommen werden müſſen.

Lambert hat in der angeführten Schrift dieſen Gegenſtand zu einem gewiſſen Grade der Vollkommenheit gebracht. Zu den Grundfarben bediente er ſich des Carmins, Berlinerblaus und der Gummigutte. Durch Verſuche fand er, daß $\frac{1}{2}$ Gran hochrothen Carmins und $\frac{10}{2}$ Gran Gummigutte in der Miſchung eine Farbe gab, in welcher weder Roth noch Gelb hervorſtach; daß zwey Gran helles Berlinerblau und 1 Gran Gummigutte ein Grün in der Vermiſchung hervorbrachten, das weder ins Blaue noch ins Gelbe fiel; daß ein Gran Carmin und 3 ſtarke Gran Berlinerblau eine Mittelfarbe zwiſchen Roth und Blau in der Miſchung geben. Daraus leitete er folgende Grade der Schwäche dieſer Farben her, des hochrothen Carmins 1, des hellern Berlinerblaus 3, und der Gummigutte 10, d. h. wenn man die Miſchung einer hieraus zuſammengeſetzten Farbe nach Theilen des Roth, Blau und Gelb angeben ſoll, ſo muß man 10 Gewichttheile der Gummigutte, 3 Gewichttheile vom Berlinerblau und 1 Gewichttheil vom Carmin als einen Theil oder Portion der Farben betrachten. Mit dunkelerem Carmin, dunkelerem Berlinerblau und Gummigutte verfuhr **Lambert** eben ſo, und fand nun die Grade der Schwäche des dunkeln Carmins 2, des dunkelern Berlinerblau 3, der Gummigutte 12. Die verſchiedenen Farben vertheilet **Lambert** in eine Farbenpyramide oder dreyeckiges Käſtchen mit Fächern. In dem unterſten Fache ſind 45 Quadrate, jedes mit einer beſondern Farbe, nämlich auf den Ecken Roth, Gelb und

Blau,

Blau, und die dazwiſchenfallenden nach ihren Schattirungen neben einander. Jede Farbe hat 8 Theile oder Portionen aus den drey Haupfarben, z. B. r^3 b^3 g^2. In dem nächſten darüberliegenden Dreyecke ſind 28 Quadrate, deren Farben wieder die drey Hauptfarben jedoch heller mit 25 Mittelfarben ſind; dieſe haben nur 6 Theile von den Hauptfarben des untern Faches und dagegen 2 Theile Weiß beygemiſcht, z. B. r^1 b^3 g^2 w^2. Im dritten Fache ſind 15 Farben, die drey noch heller gemachten Hauptfarben und 12 Mittelfarben, jede zu 4 Theilen der Hauptfarben des unterſten Faches mit 4 Theilen weiß, wie z. B. w^4 r^1 g^2 b^1. Das vierte Fach enthält 10 Farben, jede mit 5 Theilen Weiß, das fünfte Fach 6 Farben mit 6 Theilen Weiß, das ſechste Fach alle die drey hellen Hauptfarben w^7 r^1, w^7 b^1, w^7 g^1, und das oberſte Fach ein einziges weißes Quadrat. Es hält alſo die ganze Pyramide 108 Farben.

Von der Zubereitung der Farben ſ. m. chemiſche Farbenlehre, oder ausführlicher Unterricht von Bereitung der Farben zu allen Arten der Mahlerey von **Carl Fr. Aug. Hochheimer.** Th. I. II. Leipzig 1793 — 1794. 8.

M. ſ. **Prieſtley** Geſchichte der Optik durch **Klügel.** S. 550 u. f.

Farbenzerſtreuung, Farbenverbreitung (diſperſio radiorum lucis, diſperſion des rayons de la lumière) iſt die Zerſtreuung des Lichtes in verſchiedenes farbiges Licht, welche bey jeder Brechung desſelben erfolget. Sie iſt eine Folge von der Brechbarkeit des Lichtes. Wenn nämlich weißes Licht auf irgend eine brechende Materie fällt, ſo wird es durch ſelbige in verſchiedentlich farbiges Licht zerſtreuet oder gebrochen, und zwar das rothe weniger als das orangefarbene, dieſes weniger als das gelbe u. ſ. f. bis zu dem violetten, welches die ſtärkſte Brechung erleidet; daraus folgt alſo, daß das gebrochene Licht ganz andere Wege nimmt, als vorher, da es zuſammen vermiſcht vor der Brechung das weiße Licht ausmachte. Fiel das Licht auf eine brechende Materie, welche mit parallelen Seitenflä-

chen

chen begrenzt iſt, wie z. B. auf ein Planglas, ſo wird man keine Farbenzerſtreuung bemerken können. Denn ſenkrecht auffallende Strahlen gehen ungebrochen durch und ſchief auffallende werden in der brechenden Materie ſo gebrochen, daß ſie beym Ausgehen aus ſelbiger mit den einfallenden parallel gehen, folglich wird das Licht nach der Brechung hier eben ſolches ſeyn, wie es auffiel. Eine gleiche Bewandtniß hat es auch mit denjenigen Strahlen, welche durch eine Glaslinſe ſenkrecht hindurchgehen oder mit der Axe der Linſe zuſammenfallen. Allein ganz anders iſt der Erfolg, wenn die brechenden Flächen irgend eines Mittels ſchiefe Winkel mit einander machen, wie die Seitenflächen eines gläſernen dreyſeitigen Prisma, oder diejenigen Stellen einer Glaslinſe, welche von der Axe derſelben entfernet ſind, und durch welche die auffallenden Strahlen gehen. In allen dieſen Fällen wird die Zerſtreuung der Lichtſtrahlen nach der Brechung bemerkbar genug. M. ſ. die Artikel **Abweichung, dioptriſche, Farbenbild.**

Nachdem **Newton** die wichtige Entdeckung von der verſchiedenen Brechbarkeit des Lichtes gemacht hatte, ſo ward er aus einem ſeiner Verſuche veranlaſſet zu behaupten, daß alle Strahlen von jedem brechenden Mittel nach einem gewiſſen allgemeinen Verhältniſſe zerſtreuet wurden, daß nämlich eine Materie, welche das Licht unter gleichem Einfallswinkel ſtärker als eine andere breche, auch die Farben in dem Verhältniſſe ſtärker zerſtreuen müſſe als dieſe.

Es ſey (fig. 61.) efa ein prismatiſches mit Waſſer gefülltes Gefäß, in demſelben befinde ſich das gläſerne Prisma bcd, und der brechende Winkel ſey aufwärts gekehret. In der Ebene, welche die Figur als einen auf den Seitenlinien des Prisma ſenkrechten Schnitt vorſtellet, falle der Strahl gh auf die Seite ea des Prisma und werde durchs Waſſer im Raume bce, durchs Glas im Raume bcd und wieder durchs Waſſer im Raume bdf in die Lagen hi, ik, lm gebrochen. Durch h, i, k, l ziehe man die Einfallslothe tp, pq, qr, rſ und ſetze für die Strahlen der mittleren

Brech-

Brechbarkeit das Brechungsverhältniß aus Glas in Luft $= 1:n$, aus Luft in Waſſer $= m:1$, ſo iſt es aus Glas in Waſſer $= m:n$. Sind nun alle hier vorkommende Winkel ſo klein, daß ſie ihren Sinuſſen proportional geſetzet werden können, ſo iſt $phi = \frac{1}{m}\, ght$, $pih = bce - phi$, oder $pih = pce - \frac{1}{m}\, ght$, alſo $gik = \frac{m}{n}\, pih = \frac{m}{n}\, bce - \frac{1}{m}\, ght$, und wiederum $ikq = cbd - qik = cbd - \frac{m}{n}\, bce + \frac{1}{m}\, ght$, ſo wie $rkl = \frac{n}{m}\, ikq = \frac{n}{m}\, cbd - bce + \frac{1}{m}\, ght$. Demnach ferner $rbk = bdf - rkl = bdf - \frac{n}{m}\, cbd + bce - \frac{1}{m}\, ght$ und $mlf = m.\, rlk = m.bdf - n.cbd + m.bce - ght$. Es iſt aber der ſpitzige Winkel mvx, unter welchem der einfallende Strahl gh, und der zum letzten Mahle gebrochene lm gegen einander geneigt ſind, $= ght + mlf - eaf$, wie ſehr leicht bewieſen werden kann, folglich findet man $mvx = m.(bdf + bce) - n.bcd - eaf$ oder $mvx = m.(cad + cbd) - n.cbd - eaf = (m-1).cad + (m-n)\, cbd$.

Für die am meiſten brechbaren oder für die violetten Strahlen ſey das Verhältniß der Refraktion aus Luft in Waſſer $= M:1$, aus Luft in Glas $= N:1$, und der Kürze wegen ſchreibe man α, β ſtatt cad, cbd; ſo iſt für dieſe Strahlen der Winkel $mvx = (M-1)\,\alpha + (M-N)\,\beta$. In dem Falle, wenn die ungleichartigen Strahlen nach der letzten Brechung einander parallel werden, ſo iſt der Winkel mvx für alle einerley, alſo

$$(M-1)\,\alpha + (M-N)\,\beta = (m-1)\,\alpha + (m-n)\,\beta$$

und das gibt $(M-m)(\alpha+\beta) = (N-n)\,\beta$

folglich $M - m : N - n = \beta : \alpha + \beta$.
Dieß iſt der Fall, wenn das aus dem Prisma ausfahrende Licht weiß, ohne Farben erſcheinet, und nach Newtons Verſuch ſoll dieſer Fall eintreten, wenn zugleich das ausfahrende Licht lm mit dem einfallenden gh parallel iſt. Alsdann wäre $m v x = 0$; folglich $(m - 1)\alpha = (n - m)\beta$ und $\alpha : \beta = n - m : m - 1$; mithin ferner $\alpha + \beta : \beta = n - 1 : m - 1$, und daher

$$M - m : N - n = m - 1 : n - 1.$$

Allem Vermuthen nach iſt das aus dem Prisma ausfahrende Licht ſo ganz vollkommen frey von Farben nicht geweſen, weil ſpäter angeſtellte Verſuche hiermit nicht übereinſtimmen. Sonſt würde aber auch die aus dem Verſuche gezogene Folge nicht allgemein gelten, wenn auch der Verſuch wirklich ſeine Richtigkeit hätte, weil alles auf ganz kleine Winkel eingeſchränkt iſt. Inzwiſchen hielten doch alle andere Optiker mit Newton die Vorausſetzung, es ſey alle Mahl $M - m : N - n = m - 1 : n - 1$, lange Zeit für richtig, und hatte daher die Hoffnung aufgegeben, die dioptriſchen Fernröhre zu größerer Vollkommenheit zu bringen.

Erſt im Jahre 1747. veranlaßte **Leonh. Euler**, daß dieſer Gegenſtand aufs neue einer Unterſuchung unterworfen wurde. Er ſelbſt entwarf eine Theorie, welche ſich allein auf mathematiſche Vorausſetzungen gründete, die aber mit der Erfahrung nicht übereinſtimmten. Daher glaubte anfänglich ſelbſt **Dollond**, welcher die euleriſchen Unterſuchungen einer Prüfung unterwarf, daß Newtons Behauptung ihre völlige Richtigkeit habe. **Euler** wagte es zwar Anfangs nicht, die Richtigkeit des newtoniſchen Verſuchs zu beſtreiten. Allein er bezweifelte doch die daraus hergeleitete allgemein angenommene Folge, daß mit der Brechung die Farbenzerſtreuung unzertrennlich verbunden ſey. Endlich aber fand **Klingenſtierna** in Schweden nach einer genauen Unterſuchung, daß der newtoniſche Verſuche keines Weges auf eine entſcheidende Art die allgemeine Richtigkeit der Folge beweiſe, die **Newton** daraus gezogen hatte. Nachdem

dem **Dollond** in England durch **Mallet** Nachricht davon erhalten hatte, entſchloß er ſich, Newtons Verſuch mit dem in Waſſer geſtellten Prisma zu wiederhohlen, und fand den Erfolg ganz anders, als er hätte ſeyn müſſen, wenn die damahls herrſchende Meinung ſchlechthin ihre Richtigkeit gehabt hätte. Bald nachher unternahm Dollond noch andere Verſuche, um dieſe Sache aufs Reine zu bringen. Er legte ein Prisma von Kronglaſe (fig. 62.) abc mit dem Prisma abd von Flintglaſe zuſammen, und fand durch beyde Prismen zuſammen das Sonnenbild ganz ohne Farben. Es ſey das Brechungsverhältniß der mittleren Strahlen aus Krongals in Luft $= 1 : m$, aus Luft in Flintglas $1 : n$, mithin aus Kronglas in Flintglas $= n : m$. Der einfallende Strahl ef werde in die Lagen fg, gh, hi gebrochen, ſo daß tp, qr, qſ die Einfallslothe vorſtellen. Man nehme die hier vorkommenden Winkel wieder ſo klein an, daß ſie beynahe ihren Sinuſſen proportional ſind, ſo iſt $pfg = \frac{1}{m} eft$, alſo $pgf = bac = \frac{1}{m} eft$. Ferner $rgh = \frac{m}{n} pgf - \frac{m}{n} bac - \frac{1}{n} eft$, und $qhg = hgr - hqg = hgr - abd$ alſo $qhg = \frac{m}{n} bac - abd - \frac{1}{n} eft$. Demnach findet man $ſih = n \cdot qhg = m \cdot bac - n \cdot abd - eft$. Für die violetten Strahlen bezeichne M und N das, was m und n für die mittleren anzeigten, ſo iſt für dieſe $ſhi = m \cdot bac - n \cdot abd - eft$. In dem Falle, wenn keine Farben entſtehen, mithin die eingefallenen Strahlen mit den ausgegangenen unter ſich parallel ſind, ſind beyde Winkel gleich, und man erhält

$$n \cdot bac - n \cdot abd = M \cdot bac - N \cdot abd, \text{ alſo}$$
$$(M - m)\, bac = (N - n)\, abd \text{ oder}$$
$$M - m : N - n = abd : bac.$$

Beym dollondiſchen Verſuche war dieß Verhältniß = 19: 30, alſo beynahe = 2 : 3.

Bringt man die Sinus ſelbſt in Rechnung, wodurch dieſe freylich weitläuftiger wird, ſo findet man ſchärſer M — m : N — n = ſin. abd × ſin. gfa : ſin. bac × ſin. ghb.

Nachdem nun **Dollond** ſich auf dieſe Weiſe überzeuget hatte, daß es gar wohl möglich ſey, gebrochenes Licht auch ohne Farben zu erhalten, ſo fing er nun auch an, hiervon Anwendungen auf die Verbeſſerung der Fernröhre zu machen, wovon mit mehreren unter dem Artikel **Fernröhre, achromatiſche.** Weil aber **Dollonds** hierüber angeſtellte Erfahrungen weder mit **Newtons** Verſuchen noch mit **Eulers** Theorie zuſammentrafen, ſo glaubte **Euler** anfänglich, daß Dollonds Verſuche müßten fehlerhaft angeſtellet ſeyn, indem er ſeine Theorie als die einzig möglichſt richtige betrachtete. Nach ſeinen angenommenen mathematiſchen Vorausſetzungen war ſie es auch; allein ſie widerſprach den klaren Erfahrungen deutlich, und gab zugleich einen Beweis ab, daß die ſo genannte farbenzerſtreuende Kraft eines Mittels keines Weges mit ſeiner Brechkraft im Verhältniſſe ſtehe, daß folglich jene in einem Mittel geringer ſeyn kann, obgleich die Brechkraft desſelben größer iſt, als in einem andern Mittel, wovon ſich endlich auch **Euler** überzeugte, und in ſeiner vortrefflichen Dioptrik **Dollonds** Verſuche ſelbſt zum Grunde ſeiner Berechnungen legte.

Noch eine andere Theorie der Farbenzerſtreuung leitete **Clairaut** *) aus der krummen Linie her, welche das Licht bey der Brechung nach einer Hypotheſe der Anziehung beſchreibet, ſie mag nach welchem Geſetze man will geſchehen. Dieſe krumme Linie hat die Eigenſchaft, daß der Sinus des Winkels, welchen ein Element derſelben in gegebener Entfernung von der brechenden Ebene mit einem Perpendikel auf dieſelbe machet, zu dem Sinus des Einfallswinkels in einem unveränderlichen Verhältniſſe ſteht. Das Brechungsverhältniß hängt nach dieſer Theorie von der Geſchwindigkeit der

*) Mémoire de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1756.

der Strahlen ab. Aber auch dieſe Theorie ſtimmt mit der Erfahrung nicht überein, indem nach ihr ſeyn müßte

$$M - m : N - n = \frac{mm - 1}{m} : \frac{nn - 1}{n}.$$

Weil nun vermöge der Erfahrung die Brechung in einer brechenden Materie mit der Farbenzerſtreuung keines Weges im Verhältniſſe ſteht, ſo ſieht man leicht, daß auch durch keine Rechnung die Farbenzerſtreuung in einer Materie gefunden werden könne; man hat folglich auch kein anderes Mittel, als ſie unmittelbar durch Verſuche zu erforſchen. Der Grund der Farbenzerſtreuung liegt wahrſcheinlich in der Cohäſionskraft der Theile des Lichtes mit der brechenden Materie, und es läßt ſich daher eben ſo wenig ein allgemeines Geſetz auffinden, als bey der Brechung des Lichtes in verſchiedenen brechenden Materien.

Verſuche mit verſchiedenen Arten von Gläſern hat Johann Ernſt **Zeiher** *) in Petersburg, nachmahliger Profeſſor der Mathematik zu Wittenberg, angeſtellet, und gefunden, daß der Bleykalk, welchen man zu einigen Glasarten nimmt, dem Glaſe beſondere Eigenſchaft gibt, daß die Brechung der äußern Strahlen ſehr verſchieden wird, ohne daß ſich die Brechung der mittleren merklich ändert. Durch größern Zuſatz von Bleykalk brachte er eine Glasart hervor, welches die Strahlen weit ſtärker als das Flintglas zerſtreuete. Er hatte durch Vermiſchung von Mennige und Kieſel in verſchiedenen Verhältniſſen ſechserley Arten Glas hervorgebracht, deren Verhältniſſe folgende ſind:

Verhältniſſe der Mennige und Kieſel.	Mittlere Brechung aus Luft in Glas.	Verhältniß der Zerſtreuung in Vergleichung mit gemeinem Glaſe.
I. — 3 : 1	2028 : 1000	4800 : 1000
II. — 2 : 1	1830 : 1000	3550 : 1000
III. — 1 : 1	1787 : 1000	3259 : 1000
IV. — $\frac{3}{4}$: 1	1732 : 1000	2207 : 1000
V. — $\frac{1}{2}$: 1	1724 : 1000	1800 : 1000
VI. — $\frac{1}{4}$: 1	1664 : 1000	1354 : 1000

 Aus

*) Abhandlung von denjenigen Glasarten, welche eine verſchiedene Kraft, die Farben zu zerſtreuen, beſitzen. Petersb. 1763. 4.

Aus dieſer kleinen Tafel ſieht man, daß eine größere Menge Bleykalk nicht allein eine größere Zerſtreuung der Strahlen bewirket, ſondern auch die mittlere Brechung beträchtlich vergrößert. Die erſte dieſer Glasarten, welche drey Mahl ſo viel Mennige als Kieſel enthält, iſt vorzüglich deßwegen merkwürdig, weil ſie das Licht ſtärker als im Verhältniſſe 2 : 1 bricht, und die farbigen Strahlen beynahe 5 Mahl mehr als das gemeine Glas zerſtreuet. Um dieſen Glasarten mehrere Dichtigkeit zu geben, und daher zum dioptriſchen Gebrauch beſſer anzuwenden, fiel **Zeiher** auf den Gedanken, noch alkaliſche Salze dazu zu ſetzen. Mit nicht weniger Verwunderung fand er, daß dieſe Miſchung die Brechung ſehr verminderte, ohne die Zerſtreuung faſt im geringſten zu verändern. Zuletzt erhielt er eine Glasart, welche das dollondiſche Flintglas in Abſicht des Gebrauchs der Fernröhre weit übertrifft, weil ſie das Licht drey Mahl ſo ſehr zerſtreuet als das gemeine Glas, und doch das Verhältniß der mittleren Brechung nur das von 1,61 : 1 iſt.

M. ſ. **Prieſtley** Geſchichte der Optik S. 339 und beſonders **Klügels** Zuſätze S. 354 u. f.

Federharz ſ. **Harze.**

Federkraft ſ. **Elaſticität.**

Fermente, Gährungsmittel ſ. **Gährung.**

Fein (ſubtile, ſubtil) heißt dasjenige, was in ſehr kleine Theile zertheilet iſt, wie z. B. ein feines Pulver, feine Ausflüſſe der Körper u. ſ. f. Bey den Metallen wird das Wort **fein** in dieſer Bedeutung gebraucht, daß es das Metall rein ohne fremde Zuſätze anzeigt, wie z. B. feines Gold, feines Silber u. ſ. f.

Fernrohr, Seherohr, Teleſkop (tubus opticus, teleſcopium, conſpicillum, lunette, lunette d'approche, téleſcope) iſt ein optiſches Werkzeug, wodurch man entlegene Objekte deutlich und vergrößert betrachten kann. Es können nämlich zwey oder auch mehrere Glaslinſen in einer Röhre hinter einander ſo geſtellet werden, daß ihre Axen in eine einzige gerade Linie fallen, deren Zuſammen-

ſetzungen alsdann geſtatten, weit entlegene Sachen dem Auge unter einem größern optiſchen Winkel darzuſtellen, ſo daß es dieſelben deutlicher ſiehet, als es ſelbige ohne dieſe Gläſer ſehen würde. Dasjenige Glas, welches in einem Fernrohre dem zu betrachtenden Gegenſtande zugekehret iſt, nennt man das **Objektivglas**, die übrigen Gläſer aber **Okulargläſer.** Auch heißt diejenige Zahl, welche angibt, wie vielmahl der Sehewinkel durch die Gläſer größer erſcheine, als wenn das Objekt ohne Gläſer durch das bloße Auge bey einerley Entfernung betrachtet würde, die **Vergrößerungszahl.**

Um die Theorie der Fernröhre deutlich einzuſehen, muß ich folgende Sätze hier annehmen, welche erſt unter dem Artikel **Linſengläſer** bewieſen werden können:

I. In Rückſicht der erhabenen oder converen Gläſer.

1. Wenn der erleuchtete Gegenſtand von der Linſe ſo weit entfernt iſt, daß alle von ſelbigen ausfließende und auf die Linſe auffallende Strahlen als parallel zu betrachten ſind, ſo ſammeln ſich dieſe nach der Brechung hinter der Linſe in einem Raume, deſſen Mittelpunkt der **Brennpunkt** genannt wird. Mithin kann man überhaupt den Brennraum als das Bild eines von der Linſe unendlich entfernten Gegenſtandes anſehen.

2. Wenn das ſichtbare Objekt von der Linſe gerade um die Brennweite entfernt iſt, ſo gibt es nun gar kein Bild mehr, denn alle Strahlen, welche von einerley Punkte des Objektes auf die Linſe fallen, erhalten alsdann nach der Brechung eine ſolche Lage, welche mit der Lage des Hauptſtrahles parallel iſt.

3. Wenn ein erleuchtetes Objekt von der Linſe weiter entfernet iſt, als der Brennpunkt, und die Strahlen, welche von den Punkten desſelben ausfließen, fallen aus einander fahrend auf die Glaslinſe, ſo machen ſie zuſammen nach der Brechung hinter der Linſe ein Bild des Objektes, welches verkehrt liegt, vom Glaſe aber weiter entfernt iſt, als die Fokuslänge. Wäre umgekehrt der Gegenſtand da, wo das

Bild desſelben war, ſo wird nun ſein Bild dahin fallen, wo vorher das leuchtende Objekt war.

4. Wenn das leuchtende Objekt hinter dem Glaſe im dritten Falle dem Glaſe näher kömmt, ſo entfernt ſich das Bild hinter demſelben deſto mehr, und wird folglich größer, zuletzt verſchwindet das Bild, oder wird unendlich groß, wenn das Objekt in Brennraum geruckt iſt.

5. Wenn das erleuchtete Objekt vor der Glaslinſe nicht ſo weit entfernet iſt, als die Fokuslänge beträgt, ſo kann kein wirkliches Bild, ſondern nur ein geometriſches Statt finden, welches vor der Glaslinſe liegt, wo das leuchtende Objekt ſich befindet. Denn in dieſem Falle gehen alle die von einerley Punkte des Gegenſtandes ausgehende Strahlen nach der Brechung hinter dem Glaſe aus einander, und zwar ſo, als wenn ſie von einerley Punkte vor dem Glaſe herkämen, welcher zwar anfänglich von dem Glaſe weit entfernet iſt, aber gar bald ſelbigen näher kömmt, wenn die Entfernung des leuchtenden Objektes von der Linſe kleiner wird.

II. In Anſehung der Hohllinſen oder concaven Linſen.

1. Mit der Axe parallel auffallende Strahlen werden nach der Brechung hinter dem Glaſe aus einander fahrend und haben eine Richtung, als wenn ſie alle aus einem Punkte herkämen, welcher auf der andern Seite des Glaſes liegt und der Zerſtreuungspunkt oder der eingebildete Brennpunkt heißt.

2. Fallen die Strahlen von einem erleuchteten Gegenſtande aus einander fahrend auf die Linſen, ſo werden ſie noch mehr aus einander fahrend.

3. Wenn Strahlen von einem leuchtenden Gegenſtande zuſammenfahrend auf die Glaslinſen fallen, ſo werden ſie nach der Brechung entweder weniger zuſammenfahrend, oder parallel oder gar aus einander fahrend, nachdem ihre Convergenz größer oder geringer iſt.

Wegen der Eigenſchaft der erhabenen Gläſer, daß ſie in den meiſten Fällen die auf ſelbige fallenden Lichtſtrahlen nach der Brechung zuſammen ſammeln, und folglich dadurch ein

Bild

Bild des Gegenſtandes zu Stande bringen, heißen ſie auch **Sammlungsgläſer**; die Hohlgläſer hingegen, welche in den meiſten Fällen das auffallende Licht nach der Brechung zerſtreuen, **Zerſtreuungsgläſer**, und können daher auch kein phyſiſches ſondern nur ein geometriſches Bild, welches vor der Fläche liegt, auf welche die Lichtſtrahlen auffielen, verurſachten.

Es ſey (fig. 63.) das Objekt lk vom erſten Glaſe ab, welches gegen ſelbiges gerichtet iſt, weit entfernet, ſo verurſachen alle die von demſelben auf die Linſe auffallenden Strahlen nach der Brechung das verkehrte Bild qp und es iſt nun eben ſo viel, als wäre pq das wirkliche Objekt, von welchem alle die auf die Linſe ed auffallenden Strahlen hinter ſelbiger ſo gebrochen werden, daß ſie das Bild tv verurſachen. Man ſieht leicht, daß ein ſolches Bild alle Mahl erfolgen werde, es mögen ſo viele Gläſer hinter einander geſtellet werden als man will. Sollen aber alle dieſe Gläſer phyſiſche Bilder zu Stande bringen, ſo müſſen es Sammlungsgläſer ſeyn, und das nächſtfolgende von dem vorhergehenden eine ſolche Entfernung haben, daß ein jedes ein phyſiſches Bild bewirken könne; jedoch iſt es aber eben nicht nothwendig, daß die Gläſer alle Sammlungsgläſer ſeyn müſſen, es kann auch ein und das andere Glas ein Zerſtreuungsglas ſeyn. Auch iſt es verſtattet, das eine Glas dem andern ſo nahe zu bringen, daß die im vorhergehenden Glaſe gebrochenen Strahlen das nächſtfolgende, noch ehe ein wirkliches Bild entſtehen konnte, auffängt.

Ein mittelmäßig gutes Auge kann ein Objekt deutlich ſehen, wenn die von ſelbigen ausfließenden Strahlen entweder völlig oder beynahe in paralleler Lage auf den Stern des Auges fallen. Man muß alſo bey Anordnung der Fernröhre darauf ſehen, daß die auf das letzte Augenglas fallenden Strahlen nach der Brechung eine ſolche Lage erhalten, daß ſie auf den Stern des Auges beynahe parallel kommen. Ein kurzſichtiges Auge kann hingegen nur alsdann deutlich ſehen, wenn die von einem jeden Punkte des Objektes herkommen-

den Strahlen nach der Brechung mehr aus einander fahrend als parallel auf den Stern des Auges fallen. Es muß demnach auch ein ſolches optiſches Werkzeug ſo eingerichtet werden können, daß man die Entfernung der Gläſer, oder wenn es nur ein Okularglas iſt, die Entfernung dieſes Glaſes von dem Objektivglaſe ein wenig ändere, damit die von einem jeden Punkt des Objektes herkommenden Strahlen nach der Brechung auf den Stern des Auges aus einander fahrend auffallen.

Wenn der ſtrahlende Punkt l von dem Objektivglaſe ab ſehr weit entfernet, folglich cf oder der ſo genannte Oeffnungshalbmeſſer des Objektivs im Verhältniſſe mit cl ſehr klein iſt, ſo läuft lf beynahe mit lc parallel, und der Winkel flc iſt ebenfalls ſehr klein. In dem Dreyecke flc hat man um $lc : cf = 1 : \text{tang. } flc$, mithin $\text{tang. } flc = \frac{cf}{lc}$ oder beynahe $flc = \frac{cf}{lc}$, weil die Sinus und Tangenten ſehr kleiner Winkel mit den für den Halbmeſſer $= 1$ zwiſchen den Schenkeln derſelben beſchriebenen Kreisbogen beynahe gleich groß ſind. Aus dieſem Winkel $flc = \frac{cf}{lc}$, welchen der aufs Objektiv auffallende Strahl lf mit der Axe macht, findet man alle übrige Winkel, welche eben der Strahl nach der Brechung mit der Axe macht. Man hat nämlich nach der erſten Brechung im Objektive $cq : cf = 1 : \text{tang. } cqf$ oder beynahe $cqf = \frac{cf}{cq}$, aber $cf = cl . flc$, mithin $cqf = \frac{cl}{cq} . flc$; nach der zweyten Brechung im erſten Okulare de hat man ferner $gv : gm = 1 : \text{tang. } gvm$, alſo beynahe $gvm = \frac{gm}{gv} = \frac{gq . cqf}{gv} = \frac{gq . cf}{gv . cq}$; nach der dritten Brechung im zweyten Okulare hi iſt weiter $xn : un = 1 : \text{tang. } uxn$, und beynahe $uxn = \frac{un}{xn} =$

nv

$\frac{nv \cdot gvm}{xn} = \frac{nv \cdot cf \cdot gq}{cq \cdot gv \cdot nx}$ u. ſ. f. Wenn demnach alles von dem Punkte l auf das Objektivglas fallende Licht durch die Okulargläſer hindurchgehen ſoll, ſo müſſen die Oeffnungshalbmeſſer dieſer Gläſer folgende Größen beſitzen:

Für das erſte Okularglas de muß $gm = \frac{cf \cdot qg}{cq}$

Für das zweyte Okularglas hi muß $un = \frac{cf \cdot qg \cdot vn}{cq \cdot gv}$ ſeyn u. ſ. f.

Wäre lk der ſichtbare oder auch der wahre Halbmeſſer eines durch das Fernrohr betrachteten Objektes, und der Winkel lck der ſcheinbare Halbmeſſer desſelben aus der Mitte des Objektivglaſes geſehen, ſo würde man nun auch leicht die ſichtbaren oder wahren Halbmeſſer der Bilder finden;

Für das Objektivglas iſt nämlich $qp = \frac{qc}{lc} \cdot lk = qc \cdot lck$

Für das erſte Okularglas $vt = \frac{gv}{gq} \cdot pq = \frac{gv \cdot qc}{gq \cdot lc} \cdot lk = \frac{gv \cdot qc}{gq} \cdot lck$ u. f.

Man nehme nun an, das Objekt kl ſey von dem Objekte ab ſehr weit entfernet, ſo fallen die von einem jeden Punkte desſelben ausfließenden Strahlen beynahe in paralleler Lage auf ſelbiges, und es iſt demnach die Entfernung cq des Bildes der Fokuslänge des Objektivs gleich. Aus einem jeden Punkte dieſes Bildes pq fahren hinter demſelben die Strahlen wieder aus einander, und das Okular fängt ſelbige eben ſo auf, als wenn pq ein wirklich leuchtendes Objekt wäre. Wenn demnach qg gerade ſo groß, als die Fokuslänge des Okulars iſt, ſo kommen alle die auf ſelbiges fallende Lichtſtrahlen nach der Brechung in eine ſolche Lage, daß ſie mit dem Hauptſtrahl pt parallel laufen. Wenn alſo ein mittelmäßig gutes Auge ſeine Stelle in o hat, ſo wird es das Objekt kl deutlich aber verkehrt ſehen. Betrachtete das Auge

den Gegenſtand kl in o ohne Gläſer, ſo ſieht es ſelbigen unter dem Winkel von lck = pcq nicht viel verſchiedenem Winkel lck, da es durch Gläſer betrachtet unter dem Winkel gor erſcheinet. Nun hat man nach dem vorigen qp = cp.kcl = cq.qcp = gq.qgp, folglich qgp : qcp = cq : qg, und die Vergrößerungszahl $= \frac{qgp}{qcp} = \frac{cq}{qg}$. Wenn alſo eine Sammlungslinſe für das Objektivglas mit einer andern Sammlungslinſe von kürzerer Fokuslänge ſo verbunden wird, daß beyde ſo weit von einander entfernet ſind, als ihre Fokuslängen zuſammen betragen, ſo gibt dieſe Zuſammenſetzung ein Fernrohr ab, durch welches weit entlegene Sachen dem Auge zwar deutlich aber verkehrt, und ſo vielmahl vergrößert erſcheinen, als die Fokuslänge des Okulars in der Fokuslänge des Objektivs enthalten iſt.

Wenn k der äußerſte Punkt eines durch die Gläſer betrachteten Gegenſtandes, und kc der davon herkommende mittlere Strahl iſt, ſo geht nun dieſer beynahe durch das Objektiv ungebrochen durch, und wird gehörig verlängert das Okular de in r treffen. Dieſer Strahl erhält alsdann in allen Fällen nach der Brechung im Okular eine ſolche Lage, daß er die Hauptaxe lo in dem Punkte o ſchneidet. Befindet ſich alſo das Auge bey o, und betrachtet das Objekt durch beyde Gläſer, ſo erhält es gewiß noch Licht von dem äußerſten Punkte k des Objektes, und wenn beyde Gläſer die vorhin angenommene Stellung haben, ſo wird auch das Auge o das ganze Objekt deutlich ſehen. Würde hingegen der äußerſte Punkt des durch die beyden Gläſer in o betrachteten Gegenſtandes weiter über k hinausliegen, ſo würde alsdann das Auge, wenn der Oeffnungshalbmeſſer gr derſelbe bliebe, das ganze Objekt nicht mehr völlig überſehen können. Man ſieht leicht, daß alles dieß auch alsdann Statt finde, wenn gleich das Fernrohr aus mehr als zwey Gläſern zuſammengeſetzt iſt.

Der Raum, welchen das Auge durch ein Fernrohr überſehen kann, wird das **Geſichtsfeld** genannt, und iſt wegen

der Figur der Gläſer kreisförmig. Der Winkel lck heißt auch hier der **ſcheinbare Halbmeſſer des Geſichtsfeldes**, und eben von dieſem hängen die Größen der Oeffnungshalbmeſſer der Gläſer ab, wenn das Auge durch die Gläſer das Objekt völlig überſehen kann.

Wenn der Hauptſtrahl (fig. 65.) kc des leuchtenden Punktes k des Okulars de in r trifft, ſo hat man im Dreyecke gcr die Proportion $cg : gr = 1 : \text{tang. } gcr$, folglich $\text{tang. } gcr = \frac{gr}{cg} = \text{tang. } lck$ oder beynahe $= lck$. Man ſetze die Länge $cq = \varphi$, $qg = \lambda$, die Fokuslänge des Okulars $de = \varrho$, den Oeffnungshalbmeſſer $gr = \alpha$, und den ſcheinbaren Halbmeſſer des Geſichtsfeldes $= \beta$, ſo iſt $\beta = \frac{\alpha}{\varphi + \lambda}$. Da nun alle Hauptſtrahlen auf das Okularglas in einer ſolchen Lage auffallen, als kämen ſie von dem Punkte c her, ſo laufen ſie hinter demſelben in dem Punkte ſ zuſammen, und es iſt $gſ = \frac{gc \cdot \varrho}{gc - \varrho}$ (m. ſ. **Linſengläſer**) $= \frac{(\varphi + \lambda)\varrho}{\varphi + \lambda - \varrho}$. Aus $\beta = \frac{\alpha}{cg}$ ergibt ſich ferner $cg = \frac{\alpha}{\beta}$, mithin iſt auch $gſ = \frac{\alpha \cdot \varrho}{\beta} : \left(\frac{\alpha}{\beta} - \varrho\right) = \frac{\alpha \cdot \varrho}{\beta} : \frac{\alpha - \beta \cdot \varrho}{\beta} = \frac{\alpha\varrho}{\alpha - \beta\varrho}$. In dem Dreyecke gſr hat man weiter $gſ : gr = 1 : \text{tang. } gſr$, alſo tang. gſr oder beynahe $gſr = \frac{gr}{gſ} = \frac{\alpha}{gſ} = \alpha : \frac{\alpha\varrho}{\alpha - \beta \cdot \varrho} = \frac{\alpha - \beta\varrho}{\varrho}$. Wenn dieſer im erſten Okularglaſe gebrochene Lichtſtrahl in der Lage rf des zweyten Okulars, deſſen Fokuslänge $= \psi$ iſt, in u trifft, und von demſelben in die Lage ux gebrochen wird, ſo hat man $gr : mu = gſ : ſm$, und wenn $mu = \gamma$ geſetzet wird $\alpha : \gamma = \frac{\alpha \cdot \varrho}{\alpha - \beta \cdot \varrho} : ſm$, alſo $ſm = \frac{\varrho \cdot \gamma}{\alpha - \beta \cdot \varrho}$.

Weil

Weil nun alle durch ſ laufende Strahlen auf das zwente Okularglas ſo auffallen, als wenn ſie von dem Punkte ſ herkämen, ſo iſt ihr Vereinigungspunkt hinter dem Okulare der Punkt x, und es iſt $mx = \frac{ſm \cdot \psi}{ſm - \psi} = \frac{\varrho \cdot \gamma \cdot \psi}{\alpha - \beta \cdot \varrho} : \left(\frac{\varrho \cdot \gamma}{\alpha - \beta \cdot \varrho} - \psi\right) = \frac{\varrho \cdot \gamma \cdot \psi}{\alpha - \beta \cdot \varrho} : \frac{\varrho \cdot \gamma - \alpha \cdot \psi + \beta \cdot \varrho \cdot \psi}{\alpha - \beta \cdot \varrho} = \frac{\varrho \cdot \gamma \cdot \psi}{\varrho\gamma - \alpha\psi + \beta\varrho\psi}$. Ferner iſt in dem Dreyecke mux, $mx : mu = 1 : \text{tang. } mxu$, und $\text{tang. } mxu = \frac{mu}{mx} = \gamma : \frac{\varrho \cdot \gamma \cdot \psi}{\gamma \cdot \varrho - \alpha\psi + \beta \cdot \varrho \cdot \psi} = \frac{\varrho \cdot \gamma - \alpha\psi + \beta \cdot \varrho \cdot \psi}{\varrho \cdot \psi} = \frac{\gamma}{\psi} - \frac{\alpha}{\varrho} + \beta$ u. ſ. f.

Wird die Vergrößerungszahl durch μ ausgedruckt, ſo hat man alsdann $gſr = \mu . kcl = \mu . \beta$, und es ergibt ſich $\mu . \beta = \frac{\alpha - \beta . \varrho}{\varrho}$, folglich $\mu = \frac{\alpha - \beta . \varrho}{\varrho . \beta}$, wenn das Fernrohr aus zwey Gläſern beſtehet. Iſt aber das Fernrohr aus drey Gläſern zuſammengeſetzet, ſo iſt nun $\mu . \beta = mxu = \frac{\varrho \cdot \gamma - \alpha\psi + \beta \cdot \varrho\psi}{\varrho\psi}$, und $\mu = \frac{\varrho \cdot \gamma - \alpha \cdot \psi + \beta \cdot \varrho \cdot \psi}{\varrho \cdot \beta \cdot \psi}$ u. ſ. f.

Aus $\mu . \beta = \frac{\alpha - \beta . \varrho}{\varrho}$ findet man $\mu . \beta = \frac{\alpha}{\varrho} - \beta$ und daher $(\mu + 1)\beta = \frac{\alpha}{\varrho}$, und $\beta = \frac{1}{\mu + 1} . \frac{\alpha}{\varrho}$. Eben ſo gibt auch $\mu . \beta = \frac{\gamma \cdot \varrho - \alpha\psi + \beta \cdot \varrho \cdot \psi}{\varrho \cdot \psi}$ dieſe Gleichung $\mu . \beta . \psi . \varrho = \gamma . \varrho - \alpha . \psi + \beta . \psi . \varrho$, folglich

((μ

$((\mu - 1)\psi \cdot \varrho)\,\beta = \gamma \cdot \varrho - \alpha \cdot \psi$, und $\beta = \frac{1}{\mu - 1} \cdot \frac{1}{\varrho \cdot \psi}(\gamma \cdot \varrho - \alpha \cdot \psi)$ u. ſ. f. Wenn alſo die Oeffnungshalbmeſſer und die Zahl der Gläſer einerley bleibt, ſo wird der Halbmeſſer des Geſichtsfeldes deſto kleiner, je größer die Vergrößerungszahl μ iſt. Wenn z. B. $\alpha = \frac{1}{5}$ Zoll, $\mu = 8$ und $\varrho = 3$ Zoll, ſo iſt $\beta = \frac{1}{9} \cdot \frac{1}{15} = \frac{1}{135} = 0{,}0074074$ oder ungefähr $25\frac{1}{2}$ Minute; für größere μ würde der Halbmeſſer β kleiner ausfallen.

Die Gleichung $\beta = \frac{\alpha}{\varphi + \lambda}$ gibt auch $\beta(\varphi + \lambda) = \alpha$, und wenn dieſer Werth von α in die Gleichung $\mu = \frac{\alpha - \beta \cdot \varrho}{\varrho \cdot \beta}$ geſetzet wird, ſo erhält man $\mu = \frac{\beta(\varphi + \lambda) - \beta \cdot \varrho}{\beta \cdot \varrho} = \frac{\varphi + \lambda - \varrho}{\varrho}$. Wenn alſo die Brennweite des Okulars de nebſt den Entfernungen qc und qg des Bildes gegeben worden, ſo läßt ſich auch die Vergrößerungszahl finden. Sollen alsdann die zu einerley Lichtkegel gehörigen Strahlen nach dem Okular de in eine Lage kommen, welche unter ſich parallel ſind, ſo wird erfordert, daß $qg = \varrho = \lambda$ ſeyn müſſe, demnach wird $\mu = \frac{\varphi}{\varrho} = \frac{cq}{gq}$, wie weiter oben ſchon bewieſen iſt.

Soll das Licht, welches von den äußerſten Punkten eines durch zwey Gläſer betrachteten Objektes auf das Objektiv fällt, nach der Brechung im Objektive auch vom Okulare bey e aufgefangen werden können, ſo wird erfordert, daß der Oeffnungshalbmeſſer des Okulars etwas größer als gr ſeyn müſſe. Auf die Oeffnung AB fallen die Lichtkegel kAB und lAB, wovon die dazu gehörigen Strahlen ſich hinter dem Objektive in p und q vereinigen, daſelbſt wieder aus einanderfahren, und ſo in Lichtkegel auf das Okular de fallen, wovon der Halbmeſſer der Grundfläche des einen Kegels

gels $= re$ iſt. Wenn nun qg gerade ſo groß als die Fokuslänge der Linſe de iſt, ſo verwandeln ſich alle die aus p und q auf das Okular auffallenden Strahlen nach der Brechung hinter ſelbigem in Strahlencylinder. Die Vergrößerungszahl iſt folglich $\mu = \frac{cq}{gq}$. Man ſetze nun den Oeffnungshalbmeſſer cn des Objektives $= \omega$, und $re = \delta$, ſo hat man $\frac{\omega}{\delta} = \mu$ und $\delta\mu = \omega$, alſo $\delta = \frac{1}{\mu}\omega$. Hieraus ergibt ſich der Oeffnungshalbmeſſer des Okulars $= gr + re = \alpha + \delta = \alpha + \frac{1}{\mu}\omega = (\mu + 1)\beta . \varrho + \frac{1}{\mu} . \omega$.

Was die Erfindung dieſes ſo wichtigen Werkzeuges betrifft, ſo weiß man nicht beſtimmt, zu welcher Zeit, auf welchem Wege, und von wem ſie iſt gemacht worden. Der Benediktiner **Mabillon** *) führt ein Manuſkript von der hiſtoria ſcholaſtica des **Petrus Comeſtor** aus dem dreyzehnten Jahrhunderte an, welches in der Abtey Scheyern im Bißthum Freyſingen ſich befindet, worin ein Bild des Ptolemäus vorkomme, welcher die Geſtirne durch einige in einandergeſchobene Röhren betrachtet. Nach **Mabillons** Meinung müſſe alſo ſchon in der Mitte des dreyzehnten Jahrhunderts das Fernrohr bekannt geweſen ſeyn. Allein aller Wahrſcheinlichkeit nach ſoll dieß Rohr bloß ein Rohr ohne alle Gläſer vorſtellen, dergleichen man ſich ſonſt bediente, um das Licht von den Seiten her abzuhalten. Ohne Zweifel würde eine ſolche wichtige Erfindung keines Weges ſo lange unbekannt geblieben ſeyn, weil viele andere Erfindungen von weit geringerer Erheblichkeit, welche zu dieſen Zeiten ſind gemacht worden, mit dem größten Lob beleget worden ſind. Zwar ſcheint es, als ob **Roger Baco,** welcher um das Ende des dreyzehnten Jahrhunderts lebte, des Fernrohrs Erwähnung gethan hätte. In ſeinem opus maius hat

*) Iter germanicum in veteribus analectis, Tom. IV. Lut. Par. 1685. 4. p. 46.

hat er einen Gedanken, wie man die Strahlenbrechung ſich zu Nutze machen könne. Durch ähnliche Mittel, als wodurch man kleine und nahe Sachen vergrößert, meinte er, daß ſich entfernte Gegenſtände näher herbey oder noch weiter wegrücken ließen; ja daß man ſie ſelbſt ins Unendliche vergrößern und verkleinern, und Sonne und Mond dem Scheine nach auf die Erde herunter bringen könnte. Er glaubte, daß Hohlſpiegel zur Betrachtung noch ſo entfernter Gegenſtände dienlich ſeyn könnten. **Baco** hat aber gewiß aus bloßer Einbildungskraft geſchrieben, indem er nie ſagt, er habe es vergrößert geſehen, ſondern es könne ſo vergrößert werden: ſo ſchreibt er, poſſumus ſic figurare perſpicua et taliter ea ordinare reſpectu noſtri viſus et rerum, quod frangentur radii et flectentur quorſumcunque voluerimus, et ſub quocunque angulo voluerimus, videbimus rem prope vel longe. Auch führet **Smith** *) verſchiedene Umſtände an, welche es ganz unwahrſcheinlich machen, daß **Baco** etwas von den Fernröhren gewußt habe. Denn zuerſt gebe **Baco** verſchiedenes an, welches durch Gläſer zu leiſten möglich ſeyn ſoll, aber gerade zu unmöglich iſt, auch habe **Baco** gar nichts von irgend einem nähern Verſuche über den Gebrauch ſeiner Werkzeuge erwähnet.

An einem andern Orte ſaget er, daß Julius Cäſar von der Küſte Galliens die britanniſchen Häfen und Städte durch aufgerichtete Spiegel betrachtet habe. **Smith** glaubet aber, daß man dieſe Stelle mißverſtanden habe, indem hier nicht die Rede von Spiegeln (ſpecula) ſondern von **Warten** (ſpeculae) ſey. Dagegen hat **Wood** β) eine Stelle aus einem zu Oxford befindlichen Manuſcripte de perſpectivis des **Baco** ausgezogen, in der er ſagt: Iulium Caeſarem tubi ope a Gallicano littore portus Angliae vrbesque maritimas ſpectaſſe, cum bellum in Britannos medita-

*) Lehrbegriff der Optik durch Käſtner. S. 388 f.
β) Hiſtoria vniuerſitatis Oxonienſis. L. I. p. 122.

ditaretur; **Wood** fügt hinzu: Baconi tubus opticus, quo mediante e longinquo res geſtas contuebatur, hoc ſaeculo et inſequentibus artis magicae notam inuſſit. Wenn aber dergleichen Röhren mit Gläſern verſehen geweſen wären, ſo würde doch einer ſo wichtigen Entdeckung irgendwo mit deutlichern Worten Erwähnung geſchehen ſeyn.

Andere als **Huygens**, **Hook**, **Wolf** u. ſ. w. ſchreiben die Erfindung des Fernrohrs dem **Johann Baptiſt Porta** zu, und berufen ſich auf folgende Stelle: er ſagt nämlich [α]), ſi vtrinque (vitrum concauum et conuexum) recte coniungere noueris, et lonqinqua, et proxima maiora et clara videbis. Non parum multis amicis auxilii praeſtitimus, qui et longinqua obſoleta, proxima turbida conſpiciebant, vt omnia perfectiſſime contuerentur. **Porta** ſey auf dieſe Erfindung durch Zufall gekommen, habe ſie nicht recht zu benutzen gewußt, und habe daher zu ihrer Vollkommenheit ſich weiter keine Mühe gegeben. Ob nun gleich dieſe angeführten Worte des **Porta** viele Aehnlichkeit mit den Fernröhren zeigen, ſo führt **de la Hire** [β]) an, daß **Porta** wohl nur eine Verbindung eines Hohlglaſes mit einem erhabenen meine, wodurch die gemeinſchaftliche Brennweite beyder Gläſer verändert werde, ſo daß ſie dienen, dem Auge Objekte in gewiſſen Entfernungen deutlicher darzuſtellen. Wenn **Porta** etwas den Fernröhren Aehnliches gefunden hätte, ſo würde er gewiß bey der Eitelkeit, wovon ſeine Schriften Beweiſe genug geben, eine ſolche Erfindung mit den größten Lobeserhebungen beſchrieben haben.

Erſt gegen das Jahr 1609 wurde die wirkliche Erfindung des Fernrohrs von Holland aus bekannt. Es theilten ſich aber auch zugleich die Meinungen, wem die Ehre dieſer Erfindung beyzulegen wäre.

Hieronymus Sirturus [γ]), ein Mayländer, erzählet, daß er auf ſeinen Reiſen in Holland im Jahr 1609 bey dem Brillen-

α) Magiae naturalis ſ. de miraculis rerum naturalium libri IV. Neap. 1558. fol. lib. XVII. c. 10.
β) Mémoire de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1717.
γ) Teleſcopium. Francof. 1618. 4. P. II. c. 1.

Brillenmacher **Lipperſein** oder **Lippersheim** geweſen, zu welchem ein Unbekannter, dem Anſehen nach ein Holländer gekommen ſey, der ſich einige hohle und erhabene Gläſer habe ſchleifen laſſen. Nachdem er nun dieſe erhalten, habe er ein erhabenes und hohles Glas bald näher bald weiter von einander gehalten, den Lipperſein bezahlt, und ſich entfernet. Lipperſein habe ſich dieſes gemerket, und wirklich das erſte Fernrohr zu Stande gebracht, das er dem Prinzen **Moritz** von Naſſau gewieſen. Eben dieſer Schriftſteller ſaget noch, daß er in Spanien einen Baumeiſter **Rogerus** angetroffen habe, welcher dieſe Kunſt ſchon lange getrieben und ein Buch davon geſchrieben haben ſoll.

Deskartes [α]) führt einen gewiſſen **Jakob Metius** aus Alkmar an, welcher die erſten Teleſkope verfertiget haben ſoll. Dieſer Metius war ein Sohn des berühmten **Adrian Metius**, welcher das bekannte Verhältniß des Durchmeſſers zur Peripherie des Kreiſes 113 : 355. angegeben hat. Dieſer ungelehrte **Metius** fand ein großes Vergnügen an Verfertigung der Brenngläſer und Brennſpiegel. Da er nun vielerley Gläſer bey der Hand hatte, ſo kam er einſt auf den Einfall, zwey hinter einander zu ſtellen, um dadurch zu ſehen. Von ungefähr hatte er ein erhabenes und hohles genommen, auch ſie ſo glücklich zuſammengeordnet, daß daraus das erſte Fernrohr entſtand.

Peter Borellus [β]) hat ſehr wahrſcheinlich dargethan, daß **Zacharias Janſen**, gleichfalls ein Brillenmacher zu Middelburg, das erſte Teleſkop im Jahre 1590 verfertiget habe. Er hat ſich außerordentliche Mühe gegeben, den wahren Erfinder der Fernröhre zu entdecken. Er bringt ſogar gerichtliche Ausſagen bey, worin unter andern der Sohn von **Janſen** bezeuget, daß ſein Vater bereits 1590 Fernröhre verfertiget, und ſelbſt eins dem Prinzen **Moritz** überreichet habe. Die Schweſter **Janſens** hingegen konnte ſich nur bis zum Jahre 1610 zurück erinnern. Drey andere

α) In dioptrica. p. 41.
β) De vero teleſcopii inuentore. Hagae 1655. 4.

Einwohner zu Middelburg verſichern, daß daſelbſt vor 1600, oder 1605 oder 1610 Fernröhre von dem Brillenmacher Hans **Laprey** verfertiget worden, der wohl mit dem von **Sirturus** genannten **Lipperſein** einerley Perſon ſey möchte. **Borellus** fügt dieſen Zeugniſſen noch einen Brief eines holländiſchen Geſandten, **Wilhelm Boreel**, bey, welcher Janſen und ſeinen Sohn, **Johann Zacharias**, von Jugend auf gekannt habe, worin er ausführet, daß dieſe beyden Künſtler gegen das Jahr 1610 die Teleſkope erfunden, und eins davon dem Prinzen **Moritz** übergeben hätten, welcher auch ſogleich dieſes Werkzeug für nützlich im Kriege hielt, und daher dieſe Erfindung geheim zu halten bat. Das Geheimniß dieſer Erfindung ſey aber bald verrathen worden; es habe nämlich ein Unbekannter den Erfinder zu Middelburg aufgeſuchet, und ſey aus Irrthum bey **Johann Laprey** gekommen, welcher durch Fragen dieſe Sache errathen, die Fernröhre nachgemacht und zuerſt verkauft habe. Daher ſey es auch gekommen, daß man dieſen Künſtler für den erſten Erfinder der Fernröhre ausgegeben habe; bald hernach ſey aber dieſer Irrthum entdeckt worden. Auch habe ſich eben gedachter **Metius** und **Cornelius Drebbel** von Alkmar im Jahre 1620 an den Erfinder ſelbſt gewendet u. ſ. f.

Auch **Huygens** α) ſaget, er wiſſe gewiß, daß ſchon vor **Metius** um 1609 ein Künſtler geweſen ſey, es möchte **Johann Lippersheim**, welchen **Sirturus** angebe, oder **Zacharias Janſen** ſeyn, welchem **Borellus** die Erfindung zuſchreibe, welcher Teleſkope verfertiget habe.

Uebrigens führet **Weidler** β) eine Erzählung von **Simon Marius** γ) an, woraus erhellet, daß ſchon im Jahre 1608 der Gebrauch der Fernröhre bekannt geweſen iſt. Als nämlich der margräflich - brandenburg - anſpachiſche geheime Rath, **Johann Philipp Fuchs von Bimbach**, im Jahre 1608 die Michaelismeſſe zu Frankfurth beſuchte, ſo

α) In opuſculis poſthumis. Lugd. Batav. 1703. 4. p. 136.
β) Hiſtoria aſtronomiae. Cap. XV. §. 12.
γ) Mundus Iouialis. Norib. 1614. 4.

ſo erzählte ihm daſelbſt ein bekannter Kaufmann, daß ein gewiſſer Holländer mit einem Inſtrumeut zugegen wäre, wodurch man ſehr entfernte Objekte nicht allein nahe, ſondern auch vergrößert ſehen könne. Der geheime Rath zweifelte zwar an einer ſolchen Erfindung; nachdem er aber den Holländer hatte zu ſich kommen laſſen, ſo wurde er von der Wahrheit eines ſolchen Werkzeuges ganz überzeuget. Er fand, daß es ſehr gute Wirkung that, obgleich das eine Glas einen Riß bekommen hatte. Er fragte hierauf den Holländer um den Preis desſelben, da nun dieſer ſehr hoch damit hinaus wollte, ſo ward aus dem ganzen Handel nichts. Bey der Rückkehr des geheimen Raths nach Anſpach, erzählte er dieß dem **Marius**, und zeigte ihm an, daß dieß Inſtrument nothwendig aus zwey Gläſern beſtehen müſſe, deren eines erhaben und das andere ein Hohlglas wäre, und zeichnete ihm ſelbiges nach ſeinem Gutdünken mit Kreide ab. **Marius** ſtellte ſogleich mit zwey ſolchen Gläſern eine Probe an, und fand, daß die Sache ihre Richtigkeit habe. Weil aber die Convexität des einen Glaſes zu groß war, ſo druckte er eine Form in Gyps ab, nach welcher die Künſtler in Nürnberg erhabene Gläſer von größerer Brennweite ihn verfertigen ſollten. Die Künſtler waren aber nicht vermögend, dieſes zu Stande zu bringen. Endlich erhielt der Geheime Rath im Jahre 1609 im Sommer aus Holland ſelbſt ein gutes Fernrohr, mit welchen **Marius** den geſtirnten Himmel beobachtete.

Im Jahre 1609, ward dem Galilei zu Venedig, welcher dazumahl Profeſſor der Mathematik zu Padua war, erzählet, daß ein gewiſſer Holländer dem Grafen Moritz von Naſſau ein optiſches Werkzeug überreichet hätte, wodurch man entfernte Gegenſtände, gleichſam als wenn ſie in der Nähe wären, erblickte. Hiervon erhielt er nachher von einem franzöſiſchen Edelmann, **Jakob Badovere**, gewiſſe ſchriftliche Nachricht, kehrte hierauf ſogleich nach Padua zurück, und forſchete nach, was das wohl für ein Inſtrument ſeyn möchte. In der folgenden Nacht errieth er die Zuſammen-

ſetzung, machte den Tag darauf ſogleich das Werkzeug nach ſeinem vorläufigen Entwurfe fertig, und fand ſich ungeachtet der Unvollkommenheit der Gläſer, die er dazumahl zur Hand hatte, in ſeiner Erwartung nicht getäuſcht. Seinen Freunden in Venedig gab er hiervon ſogleich Nachricht, reiſete ſechs Tage darauf ſelbſt dahin, und brachte zugleich ein anderes beſſeres Fernrohr mit, welches er unterdeſſen gemacht hatte. Hier zeigete er von einigen hohen Orten den vornehmſten Rathsherrn der Republik zu ihrem größten Erſtaunen eine Menge Gegenſtände, welche dem bloßen Auge undeutlich waren, ganz deutlich, und ſchenkte dieſes Fernrohr dem Doge, **Leonardo Donati** und zugleich dem ganzen Rath von Venedig nebſt einer geſchriebenen Nachricht, worin der Bau des Werkzeuges angegeben und die mannigfaltige Nutzbarkeit desſelben gezeiget war. Mit einem Fernrohr ſtellte er Beobachtungen am Himmel an, die er in einer kleinen zu Venedig gedruckten Schrift, nuncius ſidereus, bekannt machte, und welche ſo viel zur Vervollkommnung der Sternkunde beygetragen haben.

Dieſes erſte Fernrohr, welches aus zwey Gläſern, nämlich aus einem erhabenen Objektivglaſe und einem hohlen Augenglaſe beſtand, wird das **holländiſche** oder auch das **galileiſche Fernrohr** genannt, (tubus batavus, hollandicus, galileanus, teleſcopium batavum, hollandicum etc. Téleſcope hollandois ou de Galilée, lunette batavique). Die Erfindung dieſes Fernrohrs hat man alſo unſtreitig den Brillenmachern zu Middelburg zu verdanken, und **Galilei** hatte hierbey das beſondere Verdienſt, die Gläſer gehörig zuſammen zu ſetzen, und beſonders zum mannigfaltigen Gebrauche anzuwenden, obgleich auch die beyden Janſen, Vater und Sohn, dasſelbe zu einigen Beobachtungen am Himmel genutzet haben. Sehr wahrſcheinlich iſt es übrigens, daß Galilei die Einrichtung dieſes erſten Fernrohres noch nicht durch bloße Theorie von der Brechung der Lichtſtrahlen in den Glaslinſen hergeleitet habe, indem dazumahl die Gründe der Dioptrik bey weiten

noch

noch nicht genug entwickelt waren. Auch hat **Galilei** die Art der Wirkung dieſes Werkzeuges nicht, ſondern erſt **Kepler** gehörig und deutlich erkläret. Aus oben bereits gegebener Theorie der Fernröhre überhaupt wird ſich nun ſehr leicht die Art der Wirkung dieſes holländiſchen Fernrohres einſehen laſſen. Kommen nämlich die aus den äußerſten Punkten (fig. 66.) k und l des Objektes auf die Oeffnung de des Objektivglaſes die Strahlenkegel ked und led, ſo erhalten dieſe nach der Brechung eine ſolche Lage, daß ſie in den Punkten p und q zuſammenlaufen, und daher das verkehrte Bild pg des Objektes zu Wege bringen würde. Sollen nun aber die auf das hohle Augenglas fallenden Strahlen nach der Brechung eine ſolche Lage erhalten, daß ſie mit einander parallel ſind, ſo wird erfordert, daß die Entfernung des Objektivs von dem Okulare ſo groß als die Differenz der Brennweiten cq — fq ſeyn müſſe. Es fallen alſo die nach der Brechung im Objektive fortgehenden Strahlen noch vor den Vereinigungspunkten auf das Okular, und es ſind nun diejenigen, welche in p zuſammen kommen würden, nach der Brechung mit dem Hauptſtrahle ip parallel, und welche in q ſich vereinigen würden mit der Hauptaxe parallel. Wenn alſo das Auge unmittelbar hinter dem Okulare ſeine Stelle hat, weil es in o, wo der Hauptſtrahl die Axe ſchneidet, nicht ſeyn kann, ſo ſieht es das Objekt deutlich aber aufgerichtet unter dem Winkel ofl = qfp. Wenn man das, was oben von dem Fernrohr mit zwey erhabenen Gläſern iſt bewieſen worden, auch auf das galileiſche Fernrohr anwenden will, ſo muß die Brennweite des Okulars negativ genommen werden; folglich wird auch die Vergrößerungszahl negativ oder $\mu = -\frac{cq}{fq}$. Auch wird nun der ſcheinbare Halbmeſſer des Geſichtsfeldes $\beta = -\frac{1}{1-\mu} \cdot \frac{\alpha}{\varrho} = \frac{1}{\mu - 1} \cdot \frac{\alpha}{-\varrho}$, weil ſo wohl μ als auch ϱ negativ ſind.

Dieſes zuerſt gebrauchte Fernrohr hat die Unbequemlichkeit, daß das Geſichtsfeld ſehr klein iſt, und daß man außerdem das Auge unmittelbar hinter die Glaslinſe bringen muß, wenn man das möglichſt größte Geſichtsfeld überſehen will. Allein auch in dieſer Lage des Auges wird das Geſichtsfeld deſto kleiner, je größer die Vergrößerungszahl μ angenommen wird. Deſſenungeachtet hat man dieſe Art von Fernröhren eine lange Zeit beybehalten. **Hevel** erwähnet eines Fernrohrs mit zwey erhabenen Objektivgläſern und einem hohlen Angenglaſe, welches auch ſchon **Sirturus** beſchrieben hat. Die beyden Objektivgläſer wirken nämlich wie ein einziges Glas von kürzerer Brennweite, und es iſt folglich ein holländiſches Fernrohr, welches nur bey dieſer Einrichtung ein größeres Geſichtsfeld erhält.

Wegen der angegebenen Unbequemlichkeiten bey den holländiſchen Fernröhren wählte man nachher ſtatt der Hohllinſe zum Augenglaſe auch ein Sammlungsglas, und ſetzte ſelbiges mit dem Objektivglaſe ſo zuſammen, daß beyde Brennpunkte in Eins fielen: da alsdann das durch ein ſolches zuſammengeſetztes Fernrohr betrachtete Objekt ſo vielmahl vergrößert erſcheinet, ſo vielmahl die Brennweite des Okulars in der Brennweite des Objektivs enthalten iſt. Dieſes Fernrohr gebrauchte man vorzüglich zur Betrachtung der Himmelskörper, und erhält daher auch den Nahmen eines **aſtronomiſchen Fernrohrs** oder **Sternrohrs** (tubus aſtronomicus ſ. coeleſtis, teleſcopium aſtronomicum, téleſcope aſtronomique).

Bey dem galileiſchen Fernrohre kann das Auge, welches unmittelbar hinter dem Okulare ſeine Stelle hat, von den Hauptſtrahlen, welche alle aus o herzukommen ſcheinen, nur ſo viele faſſen, als auf einen kreisförmigen Raum des Okulars fallen, welcher gerade ſo groß als die Pupille im Auge iſt. Demnach iſt es dabey nur nöthig, den Halbmeſſer des Okulars ſo groß oder etwas weniger größer als den Halbmeſſer der Pupille zu machen. Daraus folgt, daß man bey gleicher Brennweite des Okulars und bey gleicher

Vergröße-

Vergrößernng des Objektes dem galileiſchen Fernrohre keinen ſo großen Halbmeſſer des Geſichtsfeldes geben kann, als bey dem Sternrohre. Daher wird auch das holländiſche Fernrohr heut zu Tage zu weiter nichts gebraucht, als zu gemeinen Perſpektiven auf der Erde, weil durch ſelbige die Sachen deutlich und aufrecht geſehen werden.

Kepler iſt ohne Zweifel der erſte, welcher in ſeiner **Dioptrik** *) die Theorie der Fernröhre richtig erkläret, und zugleich die Art der Wirkung des aſtronomiſchen Fernrohrs angegeben hat. Weil aber **Kepler** ſelbſt kein Künſtler war, und er nach ſeiner Theorie kein hinlänglich gutes Objektivglas erhalten konnte, ſo brachte er ſeine Theorie ſelbſt nicht in Ausübung. Indeſſen wurde **Keplers** Entwurf bald von dem Pater **Scheiner** ausgeführet, welcher das aſtronomiſche Fernrohr vorzüglich bey den Beobachtungen der Sonnenflecken benutzte, wovon er in ſeiner 1630 herausgekommenen Roſa Vrſina die Beſchreibung gegeben hat. Wenn man, ſagt er, zwey ähnliche Linſengläſer in eine Röhre faſſet, und das Auge hinter das eine in gehörige Entfernung ſtellet, ſo wird man alle Gegenſtände zwar umgekehrt aber vergrößert ſehr deutlich und dabey viel auf ein Mahl erblicken. Zugleich führt er noch an, daß er bereits ſchon vor 13 Jahren in Gegenwart des Erzherzogs Maximilians durch ein ſolches Fernrohr beobachtet habe.

Bey dem aſtronomiſchen Fernrohre gibt es (fig. 65.) eine gewiſſe Stelle f, welche für das Auge die vortheilhafteſte iſt. Setzt man die Fokuslänge des Objektivs $= \varphi$, und die Fokuslänge des Okulars $= \varrho$, ſo iſt dieſe vortheilhafteſte Stelle da, wo $gf = \varrho + \frac{\varrho^2}{\varphi}$. Wenn nämlich das Objekt ſehr weit entfernet iſt, folglich alle auf das Objektiv auffallende Strahlen beynahe parallel ſind, ſo kann man ohne großen Fehler annehmen, daß von allen denjenigen

 Strah-

*) Dioptrice ſ. demonſtratio eorum, quae viſui et viſibilibus propter conſpicilla non ita pridem inuenta accidunt. Auguſt. Vindel. 1611. 4. prop. 86.

Strahlen, welche aus jedem Punkte des Objektes ausfließen, ein Strahl durch die Mitte des Objektives beynahe ungebrochen durchgehet. Man kann alſo den Mittelpunkt c des Objektives als einen leuchtenden Punkt betrachten, von welchem gleichſam alle Strahlen des Objektes herzukommen ſcheinen. Wo nun dieſe Strahlen, dergleichen hier kcr ſind, durch das Okularglas mit der Axe vereiniget werden, da iſt auch der vortheilhafteſte Ort das Auge zu ſtellen. Nun iſt bey einem erhabenen Linſenglaſe, deſſen Brennweite $= \varrho$ iſt, die Vereinigungsweite für Strahlen, die aus dem Punkte c kommen, $= \frac{cg \cdot \varrho}{cg - \varrho}$ (m. ſ. **Linſengläſer**), weil nun cg $= \varphi + \varrho = gq + qc$ ſein muß, ſo iſt gſ $= \frac{(\varphi + \varrho)\varrho}{\varphi + \varrho - \varrho} = \frac{(\varphi + \varrho)\varrho}{\varphi} = \varrho + \frac{\varrho^2}{\varphi}$. Daher wird auch bey den gewöhnlichen aſtronomiſchen Fernröhren das Okularglas ſo tief in die vorderſte Röhre hineingeſetzet, damit das Auge an die Oeffnung der Röhre gehalten gleich in die vortheilhafteſte Stelle komme.

Wie die Anordnung eines Sternrohrs bey gegebener Vergrößerungszahl zu finden ſey, wenn es dem Auge die Objekte deutlich und hell darſtellen ſoll, iſt ſchon unter dem Artikel **Apertur** gezeiget worden. So würde z. B. bey der Vergrößerung 100 das Sternrohr wenigſtens 25 Fuß lang ſeyn müſſen (nach der huygens'ſchen Theorie). Wie groß die Deutlichkeit des betrachteten Objektes ſey, iſt ebenfalls daſelbſt angeführet worden.

Daß das Sternrohr die Gegenſtände verkehrt darſtelle, iſt für den Aſtronomen eine ganz gleichgültige Sache. Aber auch ſchon **Kepler** und **Scheiner** haben einen Vorſchlag gethan, dieſer Unbequemlichkeit abzuhelfen. Wenn ein erhabenes Glas die Brennweite $= \varrho$ beſitzet, ſo wird alsdann ſolches alle von einem Punkte, welcher von dieſem Glaſe um 2ϱ entfernet iſt, herkommende Strahlen hinter ſelbigem wieder in einen Punkt vereinigen, welcher ebenfalls um 2ϱ hinter

ter dem Glaſe liegt (m. ſ. **Linſengläſer**). Wenn alſo (fig. 65.) das Okular de von dem Brennpunkte q des Objektivglaſes um 2ϱ oder um ſeine doppelte Brennweite entfernet iſt, ſo werden ſich die Strahlen, die aus den Punkten p und q auf das Okular de fallen, wieder in den Punkten w und v in der Entfernung 2ϱ von dem Okulare de vereinigen, und daſelbſt ein aufrechtes Bild zu Wege bringen. Wird alsdann noch ein zweytes Okular fh gegen dieſes Bild ſo geſtellet, daß die Entfernung vm der Brennweite dieſes zweyten Augenglaſes gleich iſt, ſo iſt alsdann der Erfolg eben ſo wie beym Sternrohre, nur daß das Bild nunmehr aufrecht erſcheinet. Dieſe Anordnung von Fernröhren aus drey Gläſern hat aber vorzüglich wegen der zu großen Abweichung keinen Beyfall erhalten.

Es ſind auch noch andere aſtronomiſche Fernröhre mit drey Gläſern angegeben worden, welche zwar das betrachtete Objekt verkehrt darſtellen, aber das Geſichtsfeld und die Deutlichkeit vergrößern. Dergleichen findet man bey **Huygens** und vollſtändiger bey **Euler** [α]) beſchrieben.

Oftmahls wünſcht man bey einem Fernrohre ein großes Geſichtsfeld und viel Helligkeit zu haben, wobey aber die Vergrößerungszahl klein ausfallen muß. Dieß erhält man durch eine große Oeffnung des Objektivglaſes und durch eine große Brennweite des Okularglaſes. Dergleichen Fernröhren ſind vorzüglich gut bey Betrachtung des Himmels zur Nachtzeit zu gebrauchen, als z. B. ein großes Sternbild auf ein Mahl zu überſehen, kleine Sterne u. d. g. aufzuſuchen, und haben daher auch den Nahmen **Nachtfernröhre, Sternſucher, Kometenſucher** (teleſcopia nocturna, lunettes de nuit). Ein ſolches wird von **Lambert** [β]) beſchrieben, welches von dem Himmel 6 bis 7 Grad faſſet und verſtattet, bey hellen Nächten die Jupiterstrabanten

α) Recherches ſur les lunettes à trois verres, qui renverſent les objets; in mém. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Pruſſe 1757. p. 329.

β) Beyträge zum Gebrauch der angewandten Mathematik. Th. III. S. 204.

banten dadurch zu ſehen, obgleich ſeine Länge nur 9 Zoll beträgt. Von dergleichen Fernröhren findet man ſchöne Bemerkungen bey **Käſtner** *).

Weil bey den gewöhnlichen aſtronomiſchen Fernröhren die verkehrte Stellung des betrachteten Gegenſtandes auf der Erde ſehr unbequem war, ſo ſuchte man dieſer Unbequemlichkeit dadurch abzuhelfen, daß man ſtatt zwey oder drey Gläſer lieber vier zuſammenſetzte, welche insgeſammt Sammlungsgläſer waren, und nannte dieſe Einrichtung ein **Erdfernrohr** oder **Erdrohr** (tubus terreſtris, teleſcopium terreſtre, téleſcope terreſtre). Der P. **Anton Maria de Rheita** [β]) gab zuerſt dieß Fernrohr an, das weit beſſere Dienſte leiſtete, als das kepleriſche mit drey Gläſern.

Wenn mit dem Okularglaſe des gemeinen Sternrohrs noch zwey Sammlungsgläſer als Okulargläſer ſo verbunden werden, daß der Brennpunkt des zweyten Okulars mit dem Brennpunkte des dritten zuſammenfällt, ſo erhält man durch dieſe Zuſammenſetzung ein Erdfernrohr. Die Strahlen haben nämlich durch die Brechung im erſten Okulare eine ſolche Lage erhalten, als kämen ſie von einem unendlich weit entfernten Objekte her, welches unter dem Winkel (fig. 67.) gom geſehen wird. Zieht man nun x ſ mit mo parallel, ſo iſt dieſer der mittlere Strahl von denjenigen, welche mit mo parallel ſind. Alle die mit mo auf die Linſe of parallel auffallenden Strahlen laufen hinter ſelbiger in ſ und die mit der Axe or parallel laufenden in r zuſammen, ſo daß r der Brennpunkt des Okulars ef iſt, und es ſteht nun das Bild ſr des Objektes aufrecht. Iſt nun das dritte Okularglas ſo geſtellet worden, daß rn der Brennweite des Glaſes gh gleich iſt, ſo werden alle die aus r ſich ausbreitenden Strahlen nach der Brechung mit der Axe, und die aus ſ ſich ausbreitende mit dem Hauptſtrahl ſy parallel. Das Auge alſo, welches ſich in o′ befindet, wird das

*) Aſtronomiſche Abhandlungen. B. II. S. 252 u. f.
β) Oculus Enochi atque Eliae. Antv. 1665. fol.

das Objekt völlig deutlich und aufrecht ſehen, und zwar unter dem Winkel zo'r. Wäre die Brennweite des letzten Okulars gerade ſo groß, als die Brennweite des zweyten, ſo ſieht man leicht, daß der optiſche Winkel zo'r eben ſo groß als qom bleibt, daß folglich das Auge in o' das Objekt nicht größer oder kleiner als in o ſiehet, aber nur aufgerichtet, welches eigentlich der Endzweck bey dem Erdfernrohr ſeyn ſoll. Wäre hingegen die Fokuslänge des letzten Okulars kleiner, als die des zweyten ef, ſo würde man auch hierdurch einen größern optiſchen Winkel erhalten und das Auge würde in o' das Objekt noch mehr vergrößert ſehen, als in o.

Weil bey dem Erdrohre das Licht durch vier Gläſer hindurchgehen muß, wodurch es weit mehr geſchwächet wird, als wenn es nur durch zwey Gläſer gehet, ſo gibt auch das Erdrohr weniger Helligkeit als das Sternrohr, daher auch letzteres zur Beobachtung des Himmels, der umgekehrten Darſtellung ungeachtet, dem Erdfernrohre vorgezogen wird.

Man hat Erdfernröhre mit vier, fünf auch ſechs Gläſern, theils um die Abweichung wegen der Farben zu vermindern, theils aber auch das Geſichtsfeld zu vergrößern. Ueberhaupt laſſen ſich aus den Geſetzen der Strahlenbrechung in den Linſengläſern Convergläſer auf mancherley Art mit einander verbinden, ſo daß ſie alle Mahl ein Bild von dem durch ſelbige betrachteten Gegenſtande zu Stande bringen müſſen, woher alsdann verſchiedene Fernröhre entſtehen können. Allgemein hiervon hat vorzüglich **Euler** *) gehandelt.

Hätte man in der Ausübung die Freyheit, alle diejenigen Geſetze, welche für die Brechung des Lichtes in Linſengläſern Statt finden, ohne Unterſchied gebrauchen, ſo würde man ein Fernrohr von geringer Länge ſo anordnen können, daß ein Objekt dadurch betrachtet anſehnlich vergrößert erſcheinen müſſe. Man weiß aber, daß bey einerley Oeffnungs-

*) Règle générale pour la conſtruction des téleſcopes et des microſcopes de quelque nombre des verres, qu'ils ſoient compoſés; in mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Pruſſe 1757. p. 283.

nungshalbmeſſer des Objektivglaſes die Helligkeit des Bildes im Auge deſto geringer wird, je größer die Vergrößerungszahl ſeyn ſoll; demnach würde man auch den Oeffnungshalbmeſſer des Objektivs vergrößern müſſen. Auch weiß man, daß bey einerley Fokuslänge und Oeffnungshalbmeſſer des Okulars der ſcheinbare Halbmeſſer des Geſichtsfeldes deſto kleiner ausfalle, je größer die Vergrößerungszahl angenommen wird; folglich müßte man auch hier den Oeffnungshalbmeſſer des Okulars ſo groß annehmen können, als erfordert würde. Allein wegen der Abweichung des Lichtes wegen der Farben ſo wohl, als auch wegen der Kugelgeſtalt der Linſen, kann dieſes ohne beträchtliche Einſchränkungen nicht Statt haben. Daher kömmt es, daß man ſehr lange Fernröhre verfertigen müſſe, wenn man ſelbiges zu einer anſehnlichen Vergrößerung der Objekte gebrauchen will. Aber auch hier wird man noch einige Unvollkommenheiten wahrnehmen. Das Augenglas wird nämlich wegen der Abweichung des farbigen Lichtes alle Strahlen nie ſo brechen können, daß ſie in paralleler Lage ins Auge kommen; daher muß das Auge wegen der farbigen Strahlen die betrachtete Sache gefärbt ſehen. Die Erfahrung muß allein beſtimmen, was für ein Augenglas mit dem Objektive verbunden werden müſſe, damit die farbigen Strahlen der Deutlichkeit des Objektes ſo viel als möglich unſchädlich ſind. M. ſ. den Artikel **Apertur**.

Weil ſchon die erſte noch unvollkommene Erfindung der Fernröhre ſo viele unerwartete Entdeckungen veranlaßte, ſo ſchmeichelte man ſich, durch Fernröhre mit ſtarken Vergrößerungen die wichtigſten Beobachtungen anzuſtellen. Da man nun, dieſen Zweck zu erreichen, nothwendig lange Fernröhre verfertigen mußte, ſo kommen eben daher die Fernröhre von ungeheueren Längen in der Mitte des ſiebenzehnten Jahrhunderts, und die Gläſer von ſo großen Brennweiten. Die erſten, welche ſich beſonders in Schleifung der Gläſer berühmt machten, waren zwey Italiäner, **Euſtachio de Divinis** zu Rom und **Campani** zu Bologna, wiewohl letzterer

terer etwas Vorzüglicheres gegen den erſtern leiſtete. Auf Befehl Ludwigs XIV. hat Campani Gläſer von 86, 100 und 136 pariſ. Fuß Brennweite verfertiget, womit **Caſſini** die zwey nächſten Saturnusmonde entdecket hat. Auch **Huygens**, welcher ein guter ausübender Mechanikus war, und ſelbſt eine Schrift über das Schleifen der Gläſer herausgab [α]), brachte ein Glas von 210 Fuß Brennweite zu Stande. **Auzout** in Frankreich verfertigte ſogar ein Objektiv von 600 Fuß Brennweite, konnte es aber weiter nicht benutzen und **Hartſoeker** ſoll noch weiter gegangen ſeyn. Auch die Künſtler, **Sir Paul Neille**, **Reive** oder **Cox** in England, und **Peter Borel** in Frankreich, verfertigten gute Fernröhre. Da aber Fernröhre von einer ſolchen außerordentlichen Länge bey den Beobachtungen gar ſehr unbequem zu behandeln waren, ſo gab Hartſoeker eine Einrichtung an, die Röhren ganz weg zu laſſen, und das Objektivglas in freyer Luft etwa an der Spitze eines Baumes, einer Mauer u. ſ. f. zu befeſtigen. Dieſe Einrichtung erhielt daher auch den Nahmen **Fernglas ohne Röhren**, **Luftfernglas** (Aſtroſcopium tubi molimine liberatum, téleſcope aërien).

Huygens [β]) ſuchte dieſe Erfindung beträchtlich zu verbeſſern. Er faßte das Objektivglas in eine kurze Röhre, welche ſich nach allen Richtungen vermittelſt einer Nuß drehen ließ, und befeſtigte es damit oben an einer hohen Stange. Die Mittellinie dieſer Röhre konnte er mit einem ſeidenen Faden richten, und ſie in eine gerade Linie mit der Mittellinie einer andern kurzen Röhre bringen, worin das Augenglas befindlich war, und die er in der Hand hielt. Auf ſolche Art konnte er die noch ſo ſehr vergrößernden Gläſer in jeder Höhe des Gegenſtandes, ſelbſt im Zenith, brauchen, wenn nur die Stange lang genug war. Außerdem hatte er

[α]) Comment. de vitris figurandis; in op. poſthumis. Lugd. Batav. 1703. 4.

[β]) Aſtroſcopia compendiaria, tubi optici molimine liberata. Hagae 1684. 4.

er noch eine Erfindung angebracht, das Geſtelle, worauf die Röhre mit dem Objektivglaſe ruhete, zu erheben oder niederzulaſſen, um die Maſchine nach jeder Höhe des Gegenſtandes zu richten. **De la Hire** [α]) verbeſſerte noch dieſe Methode, das Objektivglas zu regieren, welches er in ein Bret, nicht in eine Röhre einſchloß. Nach Erfindung der Spiegelteleſkope und der achromatiſchen Fernröhre ſind die ſehr langen Fernröhre aus der Mode gekommen. Dergleichen Maſchinen findet man abgebildet bey **Smith** [β]) und bey **Wolf** [γ]).

Ungeachtet aller dieſer angegebenen Mittel, die Fernröhre auf einen hohen Grad der Vollkommenheit zu bringen, war es doch nicht möglich, die Abweichung gänzlich zu vermeiden. Zuletzt hielt man es endlich mit **Newton** für ganz unmöglich, die Abweichung wegen der Farben wegzubringen, und das Fernrohr dieſer Urſache wegen als ein unvollkommenes optiſches Werkzeug zu betrachten. Die Erfindung der Spiegelteleſkope verurſachte nachher, daß man auf die Verbeſſerung der Fernröhre eine lange Zeit hindurch nicht dachte, bis endlich der ältere **Dollond** durch ſeine glücklichen Verſuche ſie mit ungemein glücklichem Erfolge zu Stande brachte. M. ſ. **Fernrohre, achromatiſche.**

Zu beſondern, als aſtronomiſchen, geodätiſchen und andern Gebrauchen, bringt man in den Fernröhren Vorrichtungen an, welche **Mikrometer, Heliometer, Fadenkreuze,** oder **Fadennetze** genannt werden. Von Mikrometern und Heliometern unter eigenen Artikeln. Das Fadenkreuz oder Fadennetz beſteht aus einigen im Sternrohre an der Stelle des vom Objektivglaſe verurſachten Bildes, alſo ausgeſpannte zarte Fäden, daß ſie mit dem Objektive parallel ſind. Von dieſem hat man vorzüglich zweyerley Arten, wovon das eine zwey Fäden beſitzet, welche im Mittelpunkte des Geſichtsfeldes auf einander ſenkrecht ſind, und welche von zwey andern

α) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1715.
β) Lehrbegriff der Optik durch Käſtner. Taf. XIX. Fig. 56.
γ) Elementa dioptricae. Tab. VIII. fig. 65.

andern Fäden im Mittelpunkte unter einem Winkel von 45° geſchnitten werden, das andere aber hat außer den beyden im Mittelpunkte ſenkrecht auf einander ſtehenden Fäden noch vier zarte Fänden, welche einen von jenen beyden ſo ſchneiden, daß ſie einen vollkommnen Rhombus bilden, daher es auch das **rautenförmige Fadenkreuz** oder **Fadennetz** genannt wird. Statt der ſenkrecht auf einander ſtehenden Fäden des Fadenkreuzes bringt man auch wohl daſelbſt ein gut polirtes Planglas an, auf welchem zwey zarte Linien eingeſchliffen oder durch Fußſpathſäure eingeätzt ſind, die ſich im Mittelpunkte ſenkrecht kreuzen. Eine ſolche Einrichtnng des Fernrohres iſt beſonders bey etwas großen geometriſchen Vermeſſungen zu empfehlen, weil man dadurch nach weit entlegenen Objekten weit genauer viſiren kann, als durch Hülfe bloßer Diopter, die gewöhnlich bey den Winkelmeſſern angetroffen werden.

M. ſ. **Prieſtley** Geſchichte der Optik durch **Klügel** an verſchiedenen Stellen. **Smith** vollſtändiger Lehrbegriff der Optik durch **Käſtner** an verſchiedenen Stellen.

Fernröhre, achromatiſche farbenloſe (tubi achromatici, lunettes achromatiques) heißen diejenigen Fernröhre, bey welchen die Abweichung der Lichtſtrahlen der Farben vermieden, und das betrachtete Objekt dem Auge ohne farbige Ränder und falſche Farben erſcheinet.

Nachdem **Newton** durch ſeine Entdeckung von der verſchiedenen Brechbarkeit des Lichtes überzeuget war, daß die undeutlichen Bilder der gewöhnlichen Fernröhre von der Abweichung der Lichtſtrahlen wegen der Farben herrührten, und er durch den im Artikel **Farbenzerſtreuung** angezeigten Verſuch zu ſchließen ſich berechtiget glaubte, daß mit der Strahlenbrechung die Farbenzerſtreuung unzertrennlich verbunden ſey, ſo gab er alle Hoffnung auf, die Fernröhre auf irgend eine Art zu verbeſſern, und richtete ſeine Aufmerkſamkeit bloß auf Spiegelteleſkope.

Beynahe achtzig Jahre darauf, im Jahre 1747. wurde dieſe Sache von **Euler** [α]) einer neuen Unterſuchung unterworfen. Gelegenheit hierzu gab ihm vorzüglich die Betrachtung der Mittel, deren ſich die Natur bey dem Baue des Auges bedienet hat, und ein Vorſchlag von **Newton** ſelbſt, den er zur Verbeſſerung der Fernröhre in Abſicht auf die Abweichung wegen der Geſtalt der Gläſer gethan hatte. Dieſer Vorſchlag **Newtons** [β]) iſt folgender: es ſey (fig. 68.) ADFC ein Objektivglas aus zwey Linſen ABED und BEFC, wovon die äußern Flächen AGD und CHF eine gleiche Convexität, und die innere Fläche BME und BNE nach einem Durchmeſſer geſchliffen, welcher ſich zu D, wie die Cubikwurzel aus KK — KI zur Cubikwurzel aus RR — RI verhält, ſo werden die Fehler der Brechungen in den convexen Flächen, in ſo weit ſie aus der ſphäriſchen Geſtalt entſtehen, durch die Brechungen in den concaven Flächen ungemein verbeſſert werden, und man würde auf dieſe Art ſehr vollkommene Fernröhre verfertigen können, wenn die verſchiedenen Arten der Lichtſtrahlen nicht verſchiedene Brechbarkeit hätten. **Euler** hingegen ſagt, daß es ihm ſogleich anfänglich wahrſcheinlich geweſen wäre, durch gewiſſe Zuſammenſetzungen verſchiedener Mittel auch dieſen letzten Fehler in den Fernröhren zu vermeiden, und er ſey völlig überzeugt, **daß die verſchiedenen Feuchtigkeiten in unſerem Auge ſo geordnet ſind, daß durch dieſelben die Ausbreitung und Zerſtreuung der Vereinigungspunkte gänzlich gehoben wird.** Dieſer Gedanke des Herrn **Eulers** iſt ſchon lange vor ihm von David **Gregory** [γ]) zur Verbeſſerung der Fernröhre vorgeſchlagen worden; allein damahls achtete man ſelbigen nicht. Nach mathematiſchen Vorausſetzungen berechnete nun **Euler**, was für Geſtalten und Verhältniſſe ſolche aus Glas und Waſſer zuſammen-

α) Sur la perfection des verres objectifs des lunettes; in den mém. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Pruſſe 1747. p. 274.

β) Optice, latine reddit. *Sam. Clarke.* Lond. 1706. 4. L. I. prop. 7. p. 84.

γ) Catoptr. et dioptricae elementa. Oxon. 1697. 8.

zuſammengeſetzte Gläſer erforderten; allein ſeine mathematiſchen Reſultate ſtimmten mit der Erfahrung nicht überein. D. **Maskelyne** *) ſucht auch zu beweiſen, daß man nach dieſer euleriſchen Theorie der Farbenzerſtreuung keines Weges im Stande wäre, die Deutlichkeit des menſchlichen Geſichtes zu erklären, und zieht daher den ſchönen Gedanken, daß das Auge vermöge ſeiner Zuſammenſetzung aus den verſchiedenen Brechungsfeuchtigkeiten die Farbenverbreitung aufhebe, gar ſehr in Zweifel. Denn die Brechungen des Lichtes in den verſchiedenen Feuchtigkeiten des Auges geſchähen alle nach einerley Seite, mithin müßten die durch die erſte Brechung entſtandenen Farben bey den beyden folgenden Brechungen, anſtatt vermindert zu werden, vielmehr zunehmen. **Maskelyne** ſtellt hierüber eine Rechnung an, wozu die Data aus **Petits** Angaben bey **Jurin** und aus **Hawksbee's** Verſuchen genommen ſind, und findet hierdurch nach **Newtons** Lehrſätzen, daß der Durchmeſſer des undeutlichen Kreiſes im menſchlichen Auge einem äußern Winkel von 15′ 8″ zugehören, und die wirkliche Undeutlichkeit im Auge 14 bis 15 Mahl geringer, als in einem gemeinen dioptriſchen Fernrohre ſey. Weil aber die Strahlen in der Mitte des Zerſtreuungskreiſes mit den am Rand ungleich dichter beyſammen ſind, und außerdem die blauen das Auge weit ſchwächer, als die gelben und rothen rühren, ſo kann man den Durchmeſſer des merklichen Zerſtreuungskreiſes im Auge auf 3′ 18″ herabſetzen. Dieſe Undeutlichkeit bleibe alle Mahl zurück, ſie ſey aber ſo gering, daß ſie beym gewöhnlichen Sehen wenig hindere.

Eulers Abhandlung erregte indeſſen die Aufmerkſamkeit des **John Dollond**. Dieſer ging die euleriſchen Rechnungen ſorgfältig durch, prüfte ſie aber nach **Newtons** Grundſätzen, und mußte ſie daher nothwendig als falſch fin-

*) An Attempt to explain a difficulty in the theory of Viſion depending on the different refrangibility of Light. Philoſ. transact. Vol. LXXIX. p. 256. überſ. in Grens Journal der Phyſik. B. II. S. 370.

den. **Euler** wagte es zwar nicht, **Newtons** Verſuche zweifelhaft zu machen, er bezweifelte aber doch die daraus hergeleitete Folge, und ſtützte ſich dabey auf die verſchiedenen brechenden Mittel des menſchlichen Auges.

Beſonders wurde Herr **Klingenſtierna** in Schweden durch **Eulers** Abhandlung aufmerkſam gemacht, welcher nach einer genauen Unterſuchung der Sache fand, daß **Newtons** im Artikel **Farbenzerſtreuung** angeführter Verſuch keines Weges ſeine Richtigkeit haben könne. Er bewies vielmehr *), daß das Licht nach dem Durchgange durch Waſſer und Glas noch gefärbt ſeyn könne, ungeachtet die ausfahrenden Strahlen mit den einfallenden parallel ſind, und daß, wenn **Newtons** Verſuch allgemein richtig wäre, daraus nicht ein gewiſſes Geſetz der Farbenzerſtreuung, ſondern unzählige folgen würden, welche ſo wohl gegen einander ſelbſt, als gegen die von **Newton** ſelbſt angenommenen Geſetze der Brechung ſtritten.

Dadurch ward **Dollond** veranlaſſet, an **Newtons** Verſuche ſelbſt zu zweifeln, und andere neue Verſuche anzuſtellen. Er nahm zwey Glasſtreifen, kittete ſie an ihren Rändern ſo zuſammen, daß daraus ein prismatiſches Gefäß entſtand, wenn die Oeffnungen an den Grundflächen verſchloſſen wurden. Die Schärfe kehrete er unterwärts, ſtellte in das Gefäß ein gläſernes Prisma mit einer ſeiner Schärfen aufwärts, und füllete den übrigen Raum mit Waſſer an. So wie er fand, daß das Waſſer das Licht mehr oder weniger als das Glas brach, ſo verminderte oder vergrößerte er den Winkel der Glasſcheiben, bis daß er beyde Brechungen einander gleich fand, welches geſchah, wenn ein Objekt durch das gedoppelte Prisma betrachtet weder ſich zu erhöhen noch zu ſenken ſchien. In dieſem Falle waren die Brechungen ſich gleich und die ausfahrenden den einfallenden parallel.

Nach

*) Bemerkung über das Geſetz der Brechung bey Lichtſtrahlen von verſchiedener Art, wenn ſie durch ein durchſichtiges Mittel unterſchiedener Art gehen; in den ſchwediſchen Abhandl. 1754. der deutſch. Ueberſ. B. XVI. S. 300.

Nach **Newtons** Grundſätzen hätte nun in dieſem Falle das Objekt in ſeinen ordentlichen Farben erſcheinen ſollen. Aber dieſer Verſuch zeigte die Unrichtigkeit der allgemein angenommenen Meinung, und bewies, daß die Zerſtreuung des Lichtes durch das Glasprisma faſt doppelt ſo groß iſt als durch das Waſſer, indem das Objekt, ungeachtet es gar keine Brechung litte, dennoch eben ſo ſehr mit prismatiſchen Farben begrenzet ſchien, als wenn er es bloß durch ein gläſernes Prisma, mit einem brechenden Winkel von etwa 30 Grad betrachtet hätte. Aus dieſem Verſuche konnte es natürlich Dollond nicht mehr für unmöglich halten, auch eine Brechung ohne Farben zu Stande zu bringen. Er bewerkſtelligte dieſe auch wirklich durch folgende Veranſtaltung. Er ſchliff ſich ein Glas von gemeinem Tafelglaſe, ſo daß der Winkel desſelben etwa 9 Grad betrug, ſtellte dieſes wie vorher in ein keilförmiges Gefäß mit Waſſer, deſſen Winkel er ſo lange vergrößerte, bis die Zerſtreuung des Lichtes durch das Waſſer ſo groß war, als die durch das Glas, d. i. bis das Objekt, ungeachtet es wegen der ſtärkern Brechung durch das Waſſer ſehr verrücket ſchien, dennoch von den Farben, welche die verſchiedene Brechbarkeit des Lichtes erzeuget, ganz frey blieb. Es war daher klar, daß die Farbenzerſtreuungen einander aufgehoben hatten, obgleich die Brechungen ungleich waren, und eben dadurch ward **Newtons** Satz, daß ſich die Farbenzerſtreuungen wie die Brechungen verhalten ſollten, völlig widerleget. Nun fiel auch **Dollond** auf die Muthmaßung, daß dergleichen Verſchiedenheit ſich an verſchiedenen Arten Glaſes äußern möchte, beſonders da die Erfahrung ſchon gelehret hatte, daß einige Arten ſich weit beſſer zu den bisher gewöhnlichen Objektivgläſern als andere ſchicken. Als er die erſten Proben im Jahr 1757. anſtellte, ſo hielt er die Sache der äußerſten Aufmerkſamkeit würdig, indem er bey einigen Glasarten einen ſolchen Unterſchied der Farbenzerſtreuung im Verhältniß gegen ihre brechende Kraft fand, den er nicht geahnet hatte. Beſonders war dieſer Unterſchied bey zwey verſchie-

denen Glasarten beträchtlich. Das ſo genannte **Kronglas** zerſtreuete nämlich das Licht am wenigſten, das weiße **Flintglas** hingegen am ſtärkſten, obgleich beyder Brechungen faſt gleich waren. Dieſe Erfahrungen gaben **Dollond** Gelegenheit, ſie zur Verbeſſerung der Fernröhre zu benutzen. Durch folgende angeſtellte Betrachtung gelang es ihm nach verſchiedenen Schwierigkeiten endlich, auch die beyden genannten Glasarten ſo mit einander zu verbinden, daß ein farbenloſes Bild dadurch zu Wege gebracht wurde. Damit die beyden ſphäriſchen Gläſer das Licht nach entgegengeſetzten Seiten zerſtreuen mögen, müſſe das eine ein Hohlglas, das andere ein convexes Glas ſeyn; und weil die Strahlen in einem wirklichen Vereinigungspunkte zuſammenkommen ſollen, ſo müſſe das convexe Linſenglas offenbar eine ſtärkere Brechung geben; darum müſſe dieſes Glas, wie aus ſeinen Verſuchen erhelle, vom Kronglaſe und das Hohlglas vom Flintglaſe gemacht werden. Bey der Ausführung ſelbſt fand er anfänglich doch noch verſchiedene Schwierigkeiten, bis er endlich durch anhaltende Geduld und Geſchicklichkeit ſeinen Zweck erreichte, und dioptriſche Fernröhre mit ſo großen Oeffnungen und Vergrößerungen bey geringer Länge zu verfertigen ſich im Stande ſahe, daß ſie nach dem Urtheile der beſten Kenner alles, was man bisher geleiſtet hatte, weit übertrafen, da ſie die Gegenſtände ſehr deutlich mit ihren wahren Farben darſtellten.

Dieſe Entdeckung machte unter den Künſtlern und Naturforſchern viel Aufſehen. Da er aber die Verhältniſſe, nach welchen dieſe Gläſer eingerichtet ſeyn mußten, nicht bekannt gemacht hatte, ſo unternahm es Herr **Clairaut**, eine vollſtändige Theorie davon auszuarbeiten [α]), welche nachher **d'Alembert** [β]) noch weiter ausführte. Letzterer trägt auch eine Menge neuer Einrichtungen von Fernröhren vor, deren Vortheile und Unbequemlichkeit er umſtändlich aus einander ſetzet. Dabey gibt er auch einige Methoden an,

α) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1756. 1757.
β) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1764. 1765. 1767.

an, die Fehler, welchen ſie ausgeſetzet ſind, zu verbeſſern. Im Jahre 1762. gab die Akademie der Wiſſenſchaften zu Petersburg folgende Preisaufgabe auf, wie die Unvollkommenheiten der optiſchen Werkzeuge, welche von der verſchiedenen Brechbarkeit und der Kugelgeſtalt herrühren, zu heben ſeyn? wobey die Abhandlung des Herrn **Klingenſtierna** [α]) den Preis erhielt. Ob nun gleich hierbey alles, was nur die Mathematik vermochte, gehörig aus einander geſetzet war, ſo waren doch alle dieſe Arbeiten den Künſtlern größtentheils unbrauchbar. In England warden Fernröhre, ohne dieſe Geſetze zu befolgen, verfertiget, welche weit vollkommener als alle diejenigen ausfielen, die man auswärtig, ſelbſt unter unmittelbarer Aufſicht dieſer großen Mathematiker zu Stande brachte. Herr **Beguelin** [β]) gab hiervon verſchiedene Urſachen an, und wurde ſelbſt veranlaſſet, die Sache von einer andern Seite zu betrachten; allein es gelang ihm nicht, daß ſeine Schlüſſe mit den Wirkungen der dollond'ſchen Fernröhre zuſammenſtimmten.

Ob man gleich dieſe Verbeſſerung der Fernröhre eigentlich niemanden anders als Herrn **Euler** zu verdanken hat, ſo konnte er ſich doch anfänglich von den dollond'ſchen Verſuchen auf keine Weiſe überzeugen. Er erklärte die außerordentliche Wirkung der dollond'ſchen Fernröhre daher, daß das Kronglas nicht alles rothe Licht durchlaſſe, welches ſonſt einen andern Vereinigungspunkt gehabt, und das Bild verderbet haben würde, hauptſächlich aber daher, daß Dollond genau die gehörige Krümmung ſeiner Gläſer getroffen hätte, weßwegen er nicht zweifele, daß er dieſelbe Wirkung würde haben erweichen können, wenn er auch alle ſeine Gläſer von einerley Glasart genommen hätte. Uebrigens ſagt er noch, iſt meine Theorie richtig, ſo folgt, daß Herrn **Dollonds** Objektivgläſer von der Farbenzerſtreuung nicht frey ſind, wie es

α) Tentamen de definiendis et corrigendis aberrationibus radiorum luminis in lentibus ſphaericis refracti et de perficiendo teleſcopio dioptrico etc. Petropol. 1762. gr. 4.

β) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Pruſſe 1762. p. 343.

es doch Herr **Short** ausdrücklich bezeuget. Ein ſo feierliches Zeugniß in Zweifel zu ziehen fällt mir ſo ſchwer, als eine Theorie aufzugeben, die mir ſo gut gegründet zu ſeyn ſcheinet, und dafür eine Meinung anzunehmen, die allen bewieſenen Geſetzen der Natur ſo ſehr entgegen, als wunderbar und widerſinnig iſt. Endlich aber wurde **Euler** von der Richtigkeit der dollondiſchen Entdeckungen überzeuget durch die Verſicherungen, welche ihm **Clairaut** gemacht hatte, und fing nun ſelbſt an, die dollondiſchen Erfindungen durch eigene Brechungen aufzuklären, und Vorſchläge zum Gebrauche in der Ausübung zu thun. Aus ſeinen vielen Abhandlungen über dieſen Gegenſtand entſtand endlich das vorzüglich wichtige Werk, welches der Dioptrik eine ganz andere Geſtalt gegeben hat, nämlich die in lateiniſcher Sprache in den Jahren 1769 — 1771 zu Petersburg in drey Quartbänden herausgegebene Dioptrik, welches aber beynahe nur denen brauchbar iſt, die ihr Hauptgeſchäft aus der Mathematik machen. Aus dieſem Werke hat Herr **Klügel** die vornehmſten Reſultate auf einem kürzern Wege geſuchet, und ſie in ſeiner analytiſchen Dioptrik vorgetragen, wodurch angehenden Mathematikern die Bemühung, die neuere Dioptrik zu erlernen, gar ſehr erleichtert worden iſt. Auch **Fuß** in Petersburg hat aus **Eulers** Dioptrik zum Gebrauch der Künſtler einen kleinen Auszug von Vorſchlägen zu achromatiſchen Fernröhren in franzöſiſcher Sprache herausgegeben, welcher vom Herrn **Klügel** *) ins Deutſche iſt überſetzet worden.

Im Jahre 1758. ertheilte **Dollond** dem Fernrohre noch eine neue Verbeſſerung mit, indem er zwey Objektivgläſer von Kronglas und eines von Flintglas mit einander verband. Sein Sohn, **Peter Dollond**, hat nachher die dreyfachen Objektivgläſer in noch größerer Vollkommenheit verfertiget.

Wenn

*) Nik. Fuß umſtändliche Anweiſung, wie alle Arten von Fernröhren in der größtmöglichen Vollkommenheit zu verfertigen ſind, aus dem Franzöſ. Leipz. 1778. 4.

Wenn (fig. 69.) a b ein auf beyden Seiten erhabenes Glas iſt, und hinter ſelbigen das Hohlglas c d ſich ſo befindet, daß beyder Axen zuſammenfallen, ſo würden diejenigen Strahlen l k, f i, welche mit der Axe parallel gehen, nach der Brechung in dem Brennpunkte q zuſammenkommen, wofern nicht die Hohllinſe c d ſelbige etwas wieder zerſtreuete, und erſt in dem Punkte p vereinigte; alsdann iſt p e die Brennweite des zweyfachen Objektivs. Weil nun hier verlangt wird, daß in p ein wirkliches Bild zu Wege gebracht werden ſoll, ſo wird erfordert, daß m q kleiner als die Fokuslänge des Glaſes c d ſey. Wenn drey Gläſer hinter einander ſo geſtellet werden, daß ihre Axen zuſammenfallen, ſo werden alle diejenigen Strahlen, welche mit der Axe parallel auf die Linſe (fig. 70.) a b fallen, und nach der Brechung in q den Vereinigungspunkt haben würden, von der Hohllinſe c d wieder etwas zerſtreuet, und würden in r zuſammenlaufen, wenn nicht die dritte Linſe e f dieſelben auffienge, und in p ſammelte; demnach wäre m p die Brennweite des dreyfachen Objektivs. Bey dieſer Verbindung muß man aber zwey Fälle unterſcheiden; es kann nämlich o q entweder kleiner als die Brennweite der Hohllinſe c d ſeyn oder größer. Im erſtern Falle haben die im Hohlglaſe c d gebrochenen Strahlen alle Mahl hinter ſelbigem in der Axe den Vereinigungspunkt r; im zweyten Falle aber fahren die Strahlen hinter der Hohllinſe aus einander, und verurſachen das geometriſche Bild r, wie es die fig. 71. vorſtellet.

Um ein achromatiſches Fernrohr vortheilhaft anzuordnen, lehrt die Erfahrung, daß die erhabene Linſe des doppelten oder die beyden erhabenen Glaslinſen des dreyfachen Objektivs aus Kronglaſe und die Hohllinſe aus Flintglaſe verfertiget werden. Wenn übrigens noch die Vergrößerungszahl $= \mu$ geſetzet wird, ſo müſſen die Gläſer des zuſammengeſetzten Objektivs folgende Abmeſſungen beſitzen:

Für das doppelte Objektiv

	erſte Linſe	zweyte Linſe
Brennweite in Zollen	0,0909 . μ	— 0,1018 . μ
Halbmeſſer d. Vorderfläche	0,0964 . μ	— 0,0810 . μ
Halbmeſſer d. Hinterfläche	0,0964 . μ	— 0,2179 . μ

Die Entfernung der Glaslinſe von einander iſt 0,0076 . μ Zoll, und der Oeffnungshalbmeſſer $= 0{,}22 \,.\, \mu$ Zoll.

Auch kann man ſtatt dieſer Abmeſſungen für das doppelte Objektiv folgende gebrauchen:

	erſte Linſe	zweyte Linſe
Brennweite in Zollen	0,0909 . μ	— 0,1018 . μ
Halbmeſſer d. Vorderfläche	0,0875 . μ	— 0,0875 . μ
Halbmeſſer d. Hinterfläche	0,1073 . μ	— 0,1820 . μ

Was die Entfernung der Linſen von einander und die Oeffnungshalbmeſſer derſelben betrifft, ſo bleiben ſelbige, wie vorhin. Man ſetze noch die Brennweite des doppelten Objektivs $= \alpha$, und die Brennweite des mit dem doppelten in Abſicht der Größe, Deutlichkeit und Helligkeit des Bildes gleichgültigen einfachen Objektivs $= \lambda$, ſo iſt alsdann $\alpha = \frac{11}{24} \,.\, \mu$ Zoll und $\lambda = \frac{1}{2}\, \mu$ Zoll.

Herr **Klügel** *) hat für die von **Beguelin** beobachtete Brechungsverhältniſſe der verſchiedenen Strahlen für ein doppeltes Objektiv, welches von aller Zerſtreuung der Strahlen frey iſt, folgende Maße oder eigentlich folgende Verhältniſſe angegeben:

	erſte Linſe	zweyte Linſe
Brennweite	1,0000	— 1,4074
Halbmeſſer d. Vorderfläche	0,6943	— 1,4850
Halbmeſſer d. Hinterfläche	2,2712	— 1,8211
Dicke	0,0250	0,0100
Durchmeſſer d. Oeffnung	0,3216	

Der Abſtand der innern Flächen beyder Linſen beträgt 0,0100, die Brennweite des Doppelobjektivs $= 3{,}2056$, und die ganze Oeffnung der vordern Linſe in Graden 26° 48′.

Soll das Objektiv dreyfach ſeyn, ſo ſind folgende Abmeſſungen anwendbar:

Brenn-

*) Archiv der reinen und angewandten Mathematik von C. F. Hindenburg. 6tes Heft. Leipz. 1797.

	erste Linſe	zwente Linſe	dritte Linſe
Brennweite in Zollen	0,1068 . μ	− 0,0663 . μ	0,1091 . μ
Halbmeſſer d. Vorderfläche	0,1956 . μ	− 0,0769 . μ	0,1156 . μ
Halbmeſſer d. Hinterfläche	0,0796 . μ	− 0,0769 . μ	0,1156 . μ

oder auch

	erſte Linſe	zwente Linſe	dritte Linſe
Brennweite in Zollen	0,1068 . μ	− 0,0663 . μ	0,1091 . μ
Halbmeſſer d. Vorderfläche	0,1282 . μ	− 0,0769 . μ	0,0769 . μ
Halbmeſſer d. Hinterfläche	0,1012 . μ	− 0,0769 . μ	0,2331 . μ

Die Entfernung der Linſen bey beyden bleibt $= 0,0055 . \mu$ Zoll, und der Oeffnungshalbmeſſer $= 0,0192 . \mu$ oder beynahe $\frac{1}{50} . \mu$. Zoll. Außerdem ſey noch die Brennweite des dreyfache Objektivs $= \varepsilon$, und die Brennweite des mit dem dreyfachen Objektive gleichgültigen einfachen Objektivs, wie vorhin, $= \lambda$, ſo iſt $\varepsilon = \frac{10}{41} . \mu$ Zoll und $\lambda = \frac{1}{4} . \mu$. Zoll.

Wenn die Vergrößerungszahl μ gegeben iſt, ſo läßt ſich nun die Anordnung eines Sternrohrs finden, welches mit einem doppelten oder dreyfachen Objektive verſehen iſt. Für das doppelte Objektiv ſucht man aus der Vergrößerungszahl die Abmeſſungen desſelben, alsdann ſtellt man mit dieſem ein Okular von $\frac{1}{2}$ Zoll Brennweite ſo zuſammen, daß die Entfernung beyder Gläſer $= (\frac{11}{24} . \mu + \frac{1}{2})$ Zoll wird. Denn das doppelte Objektiv hat einerley Wirkung mit einer einfachen Linſe, deren Brennweite $\lambda = \frac{1}{2} \mu$ Zoll iſt, wozu alſo ein Okular von $\frac{1}{2}$ Zoll Brennweite gehöret. Nun iſt des doppelten Objektives Brennweite $= \frac{11}{24} . \mu$. Zoll, folglich muß die Entfernung beyder Gläſer $= (\frac{11}{24} . \mu + \frac{1}{2})$ Zoll ſeyn. Setzt man noch den Halbmeſſer des Objektivs $= \omega$, und des Okulars $= x$, und den Halbmeſſer des Geſichtsfeldes $= \beta$, ſo iſt $\beta = \frac{\mu}{\mu + 1} . \frac{x}{\lambda} = \frac{2}{\mu + 1} . x$; $\omega = 0,02 . \mu$. Zoll und $\delta = \frac{1}{\mu} \omega = 0,02 = \frac{1}{50}$ Zoll (m. ſ. **Fernrohr**). Soll das Objektiv dreyfach ſeyn, ſo ſucht man abermahls aus der Vergrößerungszahl die Abmeſſungen desſelben, und ſetzet alsdann ein Okular von $\frac{1}{4}$ Zoll Brennweite in der Entfernung $= (\frac{10}{41} . \mu + \frac{1}{4})$ Zoll zuſammen.

men. Denn die Wirkung des dreyfachen Objektivs iſt mit einem einfachen Objektiv gleichgültig, wenn die Brennweite des letztern $\lambda = \frac{1}{4}\mu$ iſt, mithin wird auch ein Okular von $\frac{1}{4}$ Zoll Brennweite erfordert. Nun iſt aber die Brennweite des zuſammengeſetzten Objektivs $= \epsilon = \frac{10}{41} \cdot \mu$, folglich muß die Entfernung vom Okulare $= (\frac{10}{41} \cdot \mu + \frac{1}{4})$ Zoll ſeyn. Der Halbmeſſer des Geſichtsfeldes $\beta = \frac{\mu}{\mu + 1} \cdot \frac{x}{\lambda} = \frac{4}{\mu + 1} \cdot x$; $\omega = 0{,}0191 \cdot \mu$ oder beynahe $\frac{1}{50} \cdot \mu$ Zoll, alſo ebenfalls $\delta = \frac{1}{\mu} \cdot x = \frac{1}{50} \cdot$ Zoll.

Bey dem galileiſchen Fernrohre iſt das Okularglas eine Hohllinſe. Wollte man alſo ſelbiges mit einem zuſammengeſetzten Objektive verſehen, ſo muß die Brennweite negativ genommen werden. Für das doppelte Objektiv muß alſo die Entfernung desſelben von dem Okulare $= (\frac{11}{24} \cdot \mu - \frac{1}{2})$ Zoll ſeyn, und es wird $\beta = \frac{\mu}{\mu - 1} \cdot \frac{x}{\lambda} = \frac{2}{\mu - 1} \cdot x$. Für das dreyfache Objektiv wird die Entfernung desſelben von dem Okulare $= (\frac{10}{41} \cdot \mu - \frac{1}{4})$ Zoll und $\beta = \frac{\mu}{\mu - 1} \cdot \frac{x}{\lambda} = \frac{4}{\mu - 1} \cdot x$.

Wenn die Vergrößerungszahl einerley bleibt, ſo braucht das mit einem dreyfach verſehenen Objektive ungefähr nur halb ſo groß, als mit dem doppelten Objektive zu ſeyn. Eben ſo iſt auch bey einerley Oeffnungshalbmeſſer des Objektivs und bey gleicher Vergrößerungszahl das Geſichtsfeld bey dem Sternrohre mit dreyfachem Objektive doppelt ſo groß als bey dem Sternrohre mit doppeltem Objektive. Uebrigens iſt noch zu bemerken, daß bey Anordnung ſolcher Sternröhre mit zuſammengeſetzten Objektiven der farbige Rand des Bildes eben ſo wenig völlig gehoben werde, als bey dem Sternrohre mit einem einfachen Objektive, indem wenigſtens das Okularglas die Undeutlichkeit des Bildes verurſachet.

urſachet. Um nun dieſe Undeutlichkeit entweder völlig oder doch wenigſtens beynahe zu heben, verbindet man auch wohl zwey Augengläſer oder auch noch mehrere vorzüglich in dem Falle mit einander, wenn das Rohr als Erdrohr dienen ſoll.

Die achromatiſchen Fernröhre ſind von den engliſchen Künſtlern, als den beyden **Dollond's**, **Ramsden** und anderen ſeit der Erfindung derſelben jeder Zeit in großer Vollkommenheit verfertiget worden, ob ſie ſich gleich bey der Ausarbeitung mehr auf Verſuche verlaſſen, als auf die Anwendung der von **Clairaut**, **d'Alembert** und **Euler** berechneten Formeln. Herr **Bernoulli** [α]) meldet, glaubwürdige Perſonen hätten ihn verſichert, daß der jüngere **Dollond** eine große Menge Linſengläſer von beyderley Arten Glaſe aufs Geradewohl ſchleiſe, und mit ſelbigen verſchiedene Proben anſtelle, bis er endlich eine Zuſammenſetzung finde, die im finſtern Zimmer ein ſcharf begrenztes farbenloſes Bild gebe; **Dollond** habe ihm auch ſelbſt geſagt, daß er faſt alles durch praktiſche Vortheile und durchs Probiren ausrichte. Denn die beträchtlichen Abweichungen in der Güte der Glasmaſſen verſtatteten nicht, die Theorie jeder Zeit richtig zu gebrauchen. In den engliſchen Glashütten pflege man das Glas in hohle Cylinder zu rollen, aus welchen ſich die daſigen Künſtler die beſten ausſuchen könnten; nachher ſchmelze man die übrigen Cylinder in ganze Maſſen mit unebenen Oberflächen zuſammen, an welchen man gar nicht wahrnehmen könne, ob das Glas Blaſen oder Streiſen habe oder nicht. Auswärtige Künſtler könnten das Glas faſt nie anders als in der letzten Geſtalt erhalten, und bekämen es daher mehrentheils ſchlecht. Selbſt klagen jetzt die engliſchen Künſtler, daß das Flintglas in keiner ſo großen Vollkommenheit als ſonſt verfertiget wird.

Herr **Gußmann** [β]) gibt eine Vorrichtung an, beym achromatiſchen Fernrohre eine ſehr ſtarke Vergrößerung zu erhalten;

α) Lettres aſtronomiques. Berlin 1771. 8. lettre 5.
β) Nachricht von einer Vorrichtung bey Fernröhren zu Bewirkung ungemeiner Vergrößerungen. Wien 1788. gr. 8.

erhalten; dieſe beſteht in einem zuſammengeſetzten Mikroſkope, das ſtatt des Augenglaſes an einem achromatiſchen Fernrohre angebracht wird. Bey einem Objektive von 84 Zoll Brennweite und $2\frac{1}{2}$ Zoll Oeffnung konnte man Objekte auf der Erde 1000 fach, und im Monde 2000 fach vergrößert ſehen. Aus der Theorie der Mikroſkope (m. ſ. **Mikroſkope**) läßt ſich leicht begreifen, daß hierdurch eine ſtarke Vergrößerung erfolgen müſſe, indem das im Fernrohre gemachte Bild, durch das zuſammengeſetzte Mikroſkop betrachtet wird, und es kömmt alsdann bloß darauf an, wie ſtark daß Mikroſkop vergrößere. Der Gedanke des Herrn **Gußmann**, ein zuſammengeſetztes Mikroſkop mit einem achromatiſchen Fernrohre zu verbinden, iſt praktiſchen Liebhabern der Dioptrik gewiß ſehr empfehlend, indem ſie ſich dadurch ohne Proben und ohne Rechnung ſogleich ein Fernrohr von ausnehmend ſtarker Vergrößerung verſchaffen können.

Ueber die Beſtandtheile der beyden Glasarten, Kronglas und Flintglas, hat man Verſuche angeſtellet, um ſie nachzumachen. **Johann Ernſt Zeiher**, wie ſchon unter dem Artikel **Farbenzerſtreuung** iſt angeführet worden, fand, daß durch Zuſatz von Bleykalk die Farbenzerſtreuung beträchtlicher werde, ohne daß eben die Brechbarkeit eine große Aenderung leide; auch entdeckte er eine Glasart, welche noch einen Vorzug vor dem Flintglaſe hatte. Allein ſo wichtig auch die Entdeckungen waren, ſo haben ſie doch den daher verſprochenen Vortheil für die Künſtler nicht gehabt. Denn vorerſt hat es ſeine Schwierigkeiten, auf unſern gewöhnlichen Glashütten Compoſitionen von ungewöhnlichen Verhältniſſen zu erhalten, und dann vorzüglich erfordert es nicht geringe Mühe, ſolche Glasmaſſen ganz rein zu erhalten, weil gewöhnlich Materien, von verſchiedenen Dichten zuſammengeſchmolzen, Glasmaſſen geben, welche viele Adern und Streifen enthalten. Die Künſtler, welche außerhalb England achromatiſche Fernröhre verfertigen, können ſtatt des Kronglaſes gewöhnlich das einheimiſche Glas eben ſo gut gebrau-

gebrauchen; das Flintglas aber haben ſie ſich mehrentheils aus England kommen laſſen.

M. ſ. **Prieſtley** Geſchichte der Optik durch **Klügel** S. 339. und ſ. *I. E. Zeiher* programmata II. de novis dioptricae augmentis. Viteb. 1768. et 1773. 4.

Fernrohr, doppeltes, Binokularteleſkop (tubus binocularis, téleſcope binoculaire) iſt eine Einrichtung von zwey mit einander verbundenen Fernröhren, deren Axen nach einerley Gegenſtand gerichtet werden, um denſelben mit beyden Augen zugleich zu betrachten. Der Pater **Rheita** hat auch dieſes doppelte Fernrohr zuerſt angegeben, und der **Pater Cherubino** von Orleans *) ſuchte es allgemeiner zu machen. Wenn beyde Fernröhre gut zuſammengeſtellet ſind, ſo erſcheinet durch beyde zugleich der Gegenſtand größer und dem Auge näher, als durch eins allein, obgleich beyde genau gleich viel vergrößern. Allein es iſt dieß bloß ein Geſichtsbetrug, welcher allein dadurch verurſachet wird, daß zwey gleich ſtark erleuchtete Bilder einen lebhaften Eindruck machen. **Montucla** fällt von dieſem Fernrohre folgendes Urtheil: der Vortheil des lebhaftern Eindruckes eines Gegenſtandes werde gegen die Unbeqeuemlichkeit bey dem Gebrauche gänzlich aufgehoben.

Feſte Körper ſ. **Körper, feſte.**

Feſtigkeit (ſoliditas, ſolidité) iſt der Zuſtand eines Körpers, deſſen Theile vermittelſt einer jeden Kraft nicht ſo gleich verſchoben werden können, ſondern demſelben mit einem gewiſſen Grade widerſtehen. In dieſer Bedeutung wird der Feſtigkeit die Flüſſigkeit entgegengeſetzet, als welche den Zuſtand eines Körpers anzeiget, deſſen Theile von einer noch ſo kleinen bewegenden Kraft an einander verſchoben werden können. Der Grund der Feſtigkeit eines Körpers iſt bisher ganz irrig in dem Zuſammenhange der Theile des Körpers geſuchet worden; denn es lehret die Erfahrung hinlänglich, daß die Theile eines Körpers einen ſehr großen Zuſammenhang beweiſen, ohne daß ſie den Zuſtand der Feſtigkeit

*) Dioptrique oculaire. Paris 1671. fol.

ſtigkeit zeigen. So hängen die Theile des Waſſers ſehr ſtark unter einander zuſammen, und dennoch beweiſet das Waſſer keinen Zuſtand der Feſtigkeit.

In einer andern Bedeutung des Wortes wird einem Körper **Feſtigkeit** (firmitas, ſtabilitas, fermeté) beygeleget, wenn derſelbe einer beträchtlich großen auf ihn wirkenden Kraft widerſtehen kann, ohne daß ſeine Theile zerreißen. In dieſem Sinne wird der Feſtigkeit die **Zerbrechlichkeit** entgegengeſetzet, bey welcher die Theile eines Körpers durch eine geringe auf ſie wirkende Kraft getrennt werden können. M. ſ. **Cohäſion**.

Fett (pinguedo, adeps, axungia, graiſſe) iſt eine ölige Subſtanz, welche ſich ſchon abgeſondert und frey in mehreren Theilen, beſonders im Zellgewebe des thieriſchen Körpers, befindet. Es iſt dieſes im friſchen und reinen Zuſtande ohne merklichen Geruch, von einem ſchwachen und milden Geſchmack, mit dem Waſſer läßt es ſich nicht vermiſchen, iſt ſpezifiſch leichter als dieſes, ernähret die Flamme durch Hülfe eines Dochtes, verflüchtiget ſich nicht in der Südhitze des Waſſers, gebrauchet aber zum Sieden einen weit größern Grad von Hitze, als das Waſſer. Das Fett von verſchiedenen Thieren unterſcheidet ſich in Anſehung ſeiner Conſiſtenz. Die pflanzenfreſſenden Säugthiere haben ein hartes Fett, welches man **Unſchlitt** oder **Talg** nennt, die fleiſchfreſſenden Säugthiere und die Vögel ein ſchmieriges Fett oder **Schmalz**, und die Fiſche ein ganz flüſſiges Fett, welches **Thran** genannt wird. Uebrigens ändert das Alter der Thiere nicht allein die Conſiſtenz, ſondern auch die Farbe am Fett ſehr ab. So hat das Fett bey alten Thieren eine mehr ins Gelbe fallende Farbe, welche bey jüngern Thieren mehr weiß iſt.

Im reinen Zuſtande beſitzet das thieriſche Fett alle Eigenſchaften der milden Pflanzenöle, und hat auch ganz die Miſchung derſelben. Wird es beym Zutritt der Luft ſtark erhitzt, ſo verbreitet es einen ſtechenden die Augen ſehr reizenden

zenden Dampf, entzündet ſich endlich, brennt mit Rauch und Ruß, und hinterläßt nur wenig kohligen Rückſtand.

Wenn das thieriſche Fett mit Sand vermiſchet wird, ſo läßt es ſich einer Deſtillation unterwerfen; aus einer geräumigen gläſernen Retrote mit der Vorlage im Sandbade geht anfänglich ein ſaurer Spiritus und ein kleiner Antheil gelblichen Oels über, welches flüchtig bleibt; bey fortgeſetzter Deſtillation wird die Säure immer ſtärker, und das Oel butterartig, weißlich und dick und geſteht in der Vorlage. Bey verſtärktem Feuer kömmt zuletzt etwas pechartiges Oel. Nach dem Rothglühen endlich bleibt eine Kohle zurück, welche dem Gewichte nach gering iſt. In Verbindung mit dem chemiſch pnevmatiſchen Apparate liefert es bey etwas ſtarker Erhitzung brennbares Gas und kohlenſaures Gas. Das durch die Deſtillation erhaltene butterartige Oel läßt ſich durch wiederhohltes Deſtilliren endlich ganz in flüſſiges Oel und Säure zerlegen, wobey jedes Mahl ein kohliger Rückſtand bleibt. Der kohlige Rückſtand iſt aus reinem Fett ganz reine Kohle, und läßt ſich äußerſt ſchwer einäſchern. Die durch die trockene Deſtillation zu erhaltende Fettſäure iſt von **Segner** und **Knape** [a]) zuerſt in Rückſicht ihrer Natur unterſuchet worden, und **Crell** [b]) hat ſich beſonders mit ihrer Reinigung und Concentrirung beſchäftiget.

Das reine thieriſche Fett beſteht aus Waſſerſtoff, Kohlenſtoff und etwas Sauerſtoff.

Auch pflegt man oft allen denjenigen Subſtanzen den Nahmen der Fettigkeiten beyzulegen, welche ſich mit dem Waſſer nicht vermiſchen, bey einem geringen Wärmegrade flüſſig oder ſchmierig werden, und mit einer Flamme brennen. Dergleichen ſind außer den thieriſchen Fetten die Balſame, die fetten Oele, Harze, Wachs, Kampfer und Butter.

Fettſäure

a) De acido pinguedinis animalis. Goetting. 1754. 4.
b) Chemiſches Journal. Th. I. S. 60 f. Th. II. S. 112. Th. IV. S. 47 f.

Fettſäure (acidum ſebacicum, ſebi, pinguedinis animalis, acide ſebacique) heißt diejenige Säure, welche man durch die trockene Deſtillation aus dem thieriſchen Fett erhält. Sie hat eine goldgelbe oder röthliche Farbe, einen unerträglich heftigen beißenden Geruch, einen ſcharfen aber mäßig ſauern Geſchmack. Nach Herrn **Crell** wird ſie am beſten dadurch verſtärkt, daß man ſie mit feuerbeſtändigen Alkalien in ein Neutralſalz verwandelt, und aus dem getrockneten Salze durch ſo viel Vitriolöl in einer Tubulatretorte austreibt, als zur Sättigung des Alkali erforderlich iſt. Weil dieſe reine concentrirte Fettſäure den Eigenſchaften der Eſſigſäure ſehr nahe kömmt, und ſelbſt die fetten Oele des Planzenreichs eine ganz ähnliche Säure bey ihrer Zerlegung liefern, wie beſonders auch die Cacaobutter und das Rüböl, ſo halten die Herrn **Leonhardi** *) und **Gren** die Fettſäure für keine eigenthümliche thieriſche Säure, indem ihr geringer Unterſchied von der Eſſigſäure mehr von zufälligen, als weſentlichen Umſtänden abhänge.

M. ſ. **Gren** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. II. Halle 1794. 8. S. 369.

Feucht (humidum, humide). Einen Körper nennt man feucht, wenn man an ſelbigem entweder durchs Geſicht oder durchs Gefühl Waſſer oder andere Flüſſigkeit wahrnimmt. Das Waſſer oder die Flüſſigkeit kann die Theile des Körpers entweder durchdringen, oder damit nur zuſammenhängen oder adhäriren. So kann z. B. das ausgedunſtete Waſſer die Luft ganz durchdringen, oder auch mit ihr nur adhäriren. Im erſten Falle muß eine wirkliche Auflöſung Statt finden, und es müſſen beyde Körper an ihren Eigenſchaften und ihrer Natur gemeinſchaftlichen Antheil nehmen, folglich einen ganz neuen Körper von eigener Natur conſtituiren. Da nun bey jeder Auflöſung eine qualitative Zurückſtoßung und Anziehung nothwendig gedacht werden muß, welche von der Wärme und dem Sauerſtoff bewirket werden (m. ſ. **Cohäſion**), ſo ſieht man hieraus leicht

*) Macquers chemiſches Wörterbuch. Th. II. S. 217.

leicht ein, daß Waſſer oder eine andere Flüſſigkeit einen Körper nur alsdann durchdringen könne, wenn Wärme und Sauerſtoff zugegen ſind. So läßt es ſich nach Herrn **de Lüc** gar wohl gedenken, daß Waſſerdampf oder Dunſt zuletzt in eine wahre atmosphäriſche Luft übergehen könne. Ein Körper kann folglich nicht anders feucht werden, als indem das Waſſer oder die Flüſſigkeit mit den Theilen desſelben adhäriret. Auf dieſe Weiſe werden ein Schwamm, Leinwand, Papier, die Luft und andere unzählige Dinge feucht, wenn die Theile aller dieſer Körper mit dem Waſſer adhäriren. Hieraus läßt ſich auch leicht begreifen, daß durch Verdunſtung der Feuchtigkeit mittelſt Einwirkung der Wärme die feuchten Körper wieder trocken werden, oder daß man an ihnen weder durchs Gefühl noch durchs Geſicht etwas Flüſſiges wahrnimmt.

Feuchtigkeit (humiditas, humor, humidité). Dieſes Wort wird in verſchiedener Bedeutung genommen. Oft zeigt es bloß den Zuſtand eines feuchten Körpers an. So ſagt man z. B. bey der Feuchtigkeit der Luft gehen die elektriſchen Verſuche nicht gut von Statten, und verſteht hierunter bloß den feuchten Zuſtand der Luft. Oft verſteht man aber auch unter dem Worte Feuchtigkeit das mit dem Körper adhärirende Waſſer ſelbſt. So ſagt man z. B. die Luft enthalte viele Feuchtigkeit, d. h. wäſſerige Dünſte oder Theile. Oft verſteht man ferner unter Feuchtigkeiten alle wäſſerige, flüſſige Materien, welche ſich an andere Körper, beſonders am menſchlichen, anlegen oder ſie naß machen, wie z. B. Waſſer, Wein, Weingeiſt, Milch u. ſ. f. In dieſer Bedeutung erhalten alſo diejenigen flüſſigen Materien, welche ſich an die Haut des menſchlichen Körpers nicht anlegen, den Nahmen der Flüſſigkeit nicht, man müßte es denn in Rückſicht der Metalle, an welche es ſich anhängt, eine Feuchtigkeit nennen wollen. Auch ſelbſt Oele, wiewohl ſich dieſe an die Haut des menſchlichen Körpers anhängen, pflegt man auch nicht Feuchtigkeiten zu nennen, weil ſie dem Anſehen nach nichts Wäſſeriges bey ſich führen.

Bey den thieriſchen Körpern aber iſt es ſehr gewöhnlich, die flüſſigen Säfte oder Theile Feuchtigkeiten zu nennen, wie z. B. beym Auge die kryſtallene Feuchtigkeit, gläſerne Feuchtigkeit u. ſ. f.

Feuchtigkeiten des Auges ſ. Auge.

Feuer. Weil dieſer Ausdruck ſonſt und ſelbſt noch von einigen jetzigen Schriftſtellern gleich bedeutend mit dem Wärmeſtoff genommen wird, ſo werde ich alles hierher Gehörige unter dem Artikel **Wärmematerie** vortragen.

Feuer, unterirdiſches ſ. **Centralfeuer, Vulkane.**

Feuer, St. Elmus ſ. **Wetterlicht.**

Feuerbeſtändig, fix (fixum, fixe). Ein Körper heißt feuerbeſtändig, wenn er durch die Einwirkung des Feuers in keine Dämpfe verwandelt werden kann. Dem feuerbeſtändigen wird flüchtig entgegengeſetzet. Die Erfahrung lehret uns, daß verſchiedene Körper bey unſerem gewöhnlichen ſtärkſten Feuer fix ſind, unter der Wirkung eines Brennſpiegels aber ſehr bald in Dampf davon gehen. Daher können wir eigentlich keinen Körper abſolut feuerbeſtändig nennen, indem es ſehr wahrſcheinlich iſt, daß alle Körper bey einem gewiſſen Feuergrade in Dampf aufgelöſet werden können. Wenn alſo von der Feuerbeſtändigkeit eines Körpers die Rede iſt, ſo muß dieß bloß in Beziehung auf einen andern weniger feuerbeſtändigen Körper verſtanden werden, welcher nämlich einen geringern Grad der Wirkung des Feuers widerſtehet. So iſt z. B. Kupfer feuerbeſtändiger als Bley, Gold feuerbeſtändiger als Kupfer u. ſ. f. Die feuerbeſtändigſten Subſtanzen, die wir kennen, ſind die ganz reinen Erden.

Feuerfeſt (apyrum, apyre). Man nennt einen Körper feuerfeſt, wenn er dem heftigſten Feuer ausgeſetzet ſeyn kann, ohne zu ſchmelzen und ohne eine merkliche Veränderung zu erleiden. Den Ausdruck feuerfeſt muß man von feuerbeſtändig und ſtrengflüſſig wohl unterſcheiden. Es kann ein Körper feuerbeſtändig und ſtrengflüſſig, aber dabey nicht feuerfeſt ſeyn. So iſt z. B. der reine Kalkſtein ſtrengflüſſig,

flüſſig, indem er oft bey dem allerheftigſten Feuer nicht in Fluß gebracht werden kann, feuerfeſt iſt er aber nicht, weil er durch die Einwirkung des Feuers in ſeinen Eigenſchaften gar ſehr verändert wird; denn er verwandelt ſich in lebendigen Kalk. Eben ſo ſind verſchiedene Metalle feuerbeſtändig aber doch nicht feuerfeſt, weil ſie durch die Hitze in Fluß kommen. Feuerfeſt iſt der Felſenſtein und vorzüglich das ganz reine Bergkryſtall.

Feuerfontaine ſ. **Springbrunnen.**

Feuerkugel (bolis, globus ardens, bolide, globe de feu) iſt ein feuriges Luftmeteor in Geſtalt einer Kugel, die ſich oft ſchnell oft langſam durch die Luft bewegt, oft hat ſie wie die Kometen einen feurigen Schweif, welcher ſich zuletzt in eine Spitze endiget. Dergleichen mit einem Schweiſe begleitete Feuerkugeln nennt man auch **fliegende Drachen.** Ihre Größe iſt ſehr verſchieden, oft beträchtlich groß. Ihr ſcheinbarer Durchmeſſer ſcheint oft den vierten, oft den halben, auch den ganzen Durchmeſſer des Mondes zu betragen. So geben **Seneka** [α]) und verſchiedene Neuere Nachrichten von Feuerkugeln, welche an ſcheinbarer Größe der des Mondes gleich kamen, und **Gaſſendi** [β]) thut einer Feuerkugel Erwähnung, welche im Durchmeſſer doppelt ſo groß als der Durchmeſſer des Mondes war, ob ſie gleich nicht ganz rund geweſen zu ſeyn ſcheinet, indem er ſie eine Fackel nennt. Im Jahre 1686. nahm **Kirch** [γ]) eine Feuerkugel zu Leipzig wahr, deren Durchmeſſer dem Mondesdurchmeſſer glich, und welche ein ſo helles Licht verbreitete, daß man dabey leſen konnte. Im Jahre 1719. wurde eine Feuerkugel von **Balbi** [δ]) zu Bologna beobachtet, welche ſo groß als der Vollmond ſchien, und dabey einen ſo ſtarken Glanz verbreitete, als die aufgehende Sonne. Auf der Oberfläche derſelben bemerkte man vier Schlünde,

 woraus

α) Quaeſt. natur. lib. I. cap. I.
β) Phyſicae ſect. III. lib. II. c. 7.
γ) Ephemer. natur. curioſ. anni 1686.
δ) Commentat. Bonon. Tom. I. p. 268.

woraus Rauch und Flamme hervorbrachen. Aus Beobachtungen, welche man zu gleicher Zeit an verſchiedenen Orten über ihre ſcheinbare Höhe anſtellte, fand man ihre wahre Höhe von der Erdoberfläche zwiſchen 16000 und 20000 Schritt, und ihren wahren Durchmeſſer 3560 Fuß. Ueberall verbreitete ſie einen Schwefelgeruch, und zerſprang mit einem heftigen Knalle. Im Jahre 1747. am erſten Tage des neuen Jahres Abends zwiſchen 9 und 10 Uhr bemerkte ein Candidat in Großzinder [a]) eine Feuerkugel, deren Diameter ein Schuh lang erſchien, und mit vielen hellen Strahlen umher ſpielte, ſo wie etwa die niedrigſtehende Sonne. Die ſcheinbare Entfernung betrug etwa 30 Schritte, und die ſcheinbare Höhe über der Erde etwa 10 bis 12 Fuß. Uebrigens habe er keine Bewegung davon gemerket, und nach einer Minute lang ſey ſie ohne den geringſten Knall und Geräuſch verloſchen, dabey habe es ihm aber geſchienen, als ob ſie einen breiten und hellen Strahl nach ſeinem Auge geſchoſſen. Im Jahre 1749. am 9. Novemb. nahm man nach **Chalmers** Erzählung [b]) mitten im Ocean auf einem Schiffe wahr, daß ein großer blauer Feuerball ungefähr drey Meilen von ſelbigem, auf dem Meere herzurollen ſchien; es kam dieſer Ball auf das Schiff ſo ſchnell zu, daß man, ehe man noch das Hauptſeil aufziehen konnte, denſelben nicht über 40 bis 50 Ruthen von den Hauptketten in die Höhe ſteigen ſah, da er alsdann mit einem Knall, als wenn hundert Kanonen auf ein Mahl abgefeuert würden, verſchwand, und einen ſo ſtarken Schwefelgeruch hinterließ, daß das Schiff lauter Schwefel zu ſeyn ſchien. Nachdem der Knall vorüber war, fand man den einen Maſt ganz zerſchmettert, den großen Maſt ganz bis unten geſpalten, und fünf Mann waren zu Boden niedergeriſſen worden und ein ſechſter war an der Haut durch Verbrennungen beſchädiget. Uebrigens kam der Feuerball von Nordoſt und ging nach Südweſt. Im Jahre

[a]) Mich. Chriſt. Hannows Seltenheiten der Natur und Oekonomie. B. II. Leipz. 1753. Th III. S. 843.
[b]) Philoſoph. transact. N. 494. p. 366.

Jahre 1771. am 17. Juli Abends um 10 Uhr erſchien bey Paris gerade zu der Zeit, als Dúc de Chaulnes mit einem elektriſchen Drachen Verſuche anſtellte, eine Feuerkugel, welche ganz Paris in ein allgemeines Schrecken verſetzte. Es wurde dieſe Kugel in einem großen Theile von Frankreich geſehen, und in Paris ſchien ſie größer und heller als der Mond. Sie zerſprang mit einer großen Exploſion, ſo daß die Fenſter und das Hausgeräthe erſchüttert wurde, und verſchiedene glaubten, es ſey dabey ein Erdbeben. Dieſe Feuerkugel war über England entſtanden und auch um Oxford ſichtbar geweſen; ungefähr um Melún ſüdweſtlich von Paris zerſprang ſie. Als ſie wahrgenommen wurde, muß ſie mehr als 41076 Toiſen hoch über der Erde geweſen ſeyn, und bey ihrem Zerſpringen über 20598 Toiſen. Von dieſem Luftmeteor hat le Roi *) eine eigene Abhandlung abgefaßt.

In Anſehung der Dauer ſind die Erſcheinungen der Luftkugeln gewöhnlich von ſehr kurzer Zeit, indem ſie meiſtentheils nur einige Sekunden wahrgenommen werden, und dann verſchwinden; jedoch hat es auch einige Feuerkugeln gegeben, die viel längere Zeit ſichtbar geweſen ſind. Uebrigens verſchwinden einige mit einer ſtarken Exploſion, aber auch viele ohne Geräuſch und Getöſe. Im Allgemeinen aber ſind ſie ſelten. Ich erinnere mich überhaupt zwey geſehen zu haben, eine im ſo genannten Riethe bey der Unſtrut in Thüringen, welche ſehr hoch zu ſeyn ſchien, einen langen Schweif hatte und kaum eine Sekunde dauerte, und ohne alles Getöſe verſchwand, die andere hier in Jena über Wieſengrund an der Saale, welche nicht ſo hoch wie die erſte ſchien, und ſich mehr einer Kugel näherte. Sie dauerte ebenfalls nur kurze Zeit, und verſchwand mit einem Knall wie etwa eines Piſtolenſchuſſes. Von den Einwohnern der Flecken im Riethe an der Unſtrut iſt mir aber verſichert wor-

 den,

*) Mémoire ſur le météore ou globe de feu, obſervé au mois de juillet dernier, dans une grande partie de la France; in den mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. 1771. p. 668.

den, daß dergleichen Phänomene häufig und beſonders gegen Johannis vorfielen, wie denn zu eben dieſer Jahreszeit die ſo genannten Irrwiſche daſelbſt in einer ſehr zahlreichen Menge anzutreffen ſind.

Noch mehrere Beobachtungen der Feuerkugeln ſind von **Silberſchlag** [α]), von **Rittenhouſe** in Amerika [β]), von verſchiedenen in England [γ]) und beſonders von D. **Chladni** [δ]) angeſtellet werden. Letzterer hat aus ſeinen Beobachtungen folgende Geſetze hergeleitet:

1. Die Bahn, welche die Feuerkugeln in der Luft nehmen, ſcheint paraboliſch zu ſeyn; gegen den Horizont fallen ſie unter beträchtlichen Winkeln, und muß außer der Anziehung der Erde auch eine andere Kraft auf ſie wirken.

2. Ihre Geſtalt iſt anfänglich einem hellen Sterne ähnlich, nach und nach vergrößern ſie ſich aber, und bey Annäherung gegen die Erde wird ihr Durchmeſſer dem ſcheinbaren Durchmeſſer des Mondes gleich, oft noch größer.

3. Ihr Licht iſt ſtärker als das Mondenlicht, aber flimmernd und beweiſet einen brennenden Zuſtand.

4. Ihre ſenkrechten Höhen von der Erde ſind mehrentheils beträchtlich.

5. Zuletzt zerſpringen ſie mit einem heftigen Getöſe, und dabey will man einen ſchwach leuchtenden Nebel bemerkt haben.

6. Die wahren Durchmeſſer hat man oft auf 500 Toiſen geſchätzt.

7. Die Erſcheinung ſelbſt hat von 16 Sekunden bis auf etliche Minuten gedauert.

8. Die Geſchwindigkeit ihrer Bewegung iſt bisweilen der Geſchwindigkeit der Erde gleich gekommen.

Die

α) Theorie der am 23. Jul. 1762. erſchienenen Feuerkugel. Magdeb. Stendal und Leipz. 1794. 4.
β) Philoſoph. transact. of the American ſociety. Vol. II. p. 173 ſq.
γ) Philoſ. transact. Vol. LXXIV. p. 1 ſq.
δ) Ueber den Urſprung der von Pallas gefundenen und andern ihr ähnlichen Eiſenmaſſen. Leipzig 1794. 4.

Die Urſache von der Entſtehung der Feuerkugeln hat man bisher noch nicht befriedigend darthun können. **Muſſchenbroek** [α]) hält dafür, daß die Feuerkugeln aus ſchwefeligen und andern entzündbaren Dünſten beſtehen, welche theils aus den Vulkanen, theils aus unterirdiſchen Höhlen bey den Erdbeben in die Luft aufgeſtiegen und vom Winde zuſammengetrieben wären; ſie würden alsdann durch irgend eine Urſache in der Luft entzündet. Er gründet dieſe ſeine Vermuthung auf den ſchwefeligen Geruch, den man bey einigen Feuerkugeln wahrgenommen haben will. Auch erkläret ſie **Hannow** aus aufſteigenden Dünſten, die ſich in der Luft geſammelt und entzündet haben. Verſchiedene andere Naturforſcher ſind der Meinung, daß die Entſtehung der Feuerkugeln aus irdiſchen Dünſten auf keine Weiſe genugthuend hergeleitet werden können, indem ſich dieß mit ihrer erſtaunlichen Höhe, Größe und Geſchwindigkeit gar nicht vereinigen ließe. **Halley** [β]) glaubt daher, daß die Feuerkugeln aus Materie beſtänden, welche im ganzen Weltraume zerſtreuet durch die allgemeine Anziehung irgendwo zuſammengekommen ſey, und von der Erde noch eher ergriffen werde, als ſie eine gewiſſe Geſchwindigkeit um die Sonne erhalten habe. **Hartſoeker** [γ]) hält ſie für Kometen; **Beccaria** [δ]) hingegen behauptete zuerſt, daß dieſes Phänomen elektriſchen Urſprungs ſey; nach ſeiner Meinung ſind nämlich die Sternſchnuppen oder das Sternſchießen kein verſchiedenes Phänomen von den Feuerkugeln, ſondern nur in Anſehung der Größe verſchieden; beyde aber hält er für elektriſch. Nachher haben noch verſchiedene andere Naturforſcher dieſes Phänomen ebenfalls als eine elektriſche Erſcheinung betrachtet. Allein Herr **Reimarus** [ε]) ſucht zu zeigen, daß die Feuerkugeln von der Elektricität nicht herrühren können. Denn in der überaus großen Höhe über der Erdfläche, welche aus dem

α) Introductio ad philoſoph. natural. Tom. II. §. 2541.
β) Philoſoph. transact. n. 341.
γ) Conjectures phyſiques à la Haye 1707-1710.
δ) Lettere dell' elettriciſmo. 1758. 4.
ε) Vom Blitze. Hamburg 1778. 8. S. 568.

dem weiten Umfange, da ſie auf der Erde geſehen werden, erhelle, könne unmöglich die Elektricität in zuſammengehäuftem kugelförmigen Feuer wahrgenommen werden, weil die Luft daſelbſt ſo ſehr dünne wäre, daß ſich die Elektricität nur wie im luftleeren Raume ausbreiten könne. Auch hätte man wohl manches feurige Luftmeteor für feurige Kugeln gehalten, welches aber in der That nur Blitze geweſen wären. Er geſteht aber, daß er von der Entſtehung der Feuerkugeln keinen wahren Grund angeben könne.

Silberſchlag leitet die Entſtehung der Feuerkugeln von aufgeſtiegenen in der obern Luft angehäuften ſchleimigen oder öligen Dünſten her. Ob aber in einer ſo beträchtlichen Höhe über der Erde, wo die Luft äußerſt dünn iſt, dergleichen Dünſte ſich anhäufen, und daſelbſt eine Zeitlang fortbrennen können, das ſcheint noch nicht ausgemacht zu ſeyn.

Bergmann [α]) nimmt verſchiedene Gattungen der Feuerkugeln an. In Anſehung derjenigen, welche der Erdfläche am nächſten ſind, glaubt er mit **Muſſchenbroek**, daß ſie aus ſchwefligen und entzündbaren Dünſten entſtänden, nur ſcheint es ihm nicht begreiflich zu ſeyn, wie eine ſolche lockere Kugel ihre Geſchwindigkeit behalten könne. Andere Arten von Feuerkugeln, die vorzüglich bey Gewittern zu entſtehen pflegen, wie dieß wahrſcheinlich nach Chalmers Berichte auf dem engliſchen Schiffe der Fall geweſen wäre, leitet er von der Elektricität her. Was aber diejenigen Feuerkugeln betrifft, die in beträchtlicher Höhe über der Erdfläche entſtehen, ſo erkläret er ſie für die gröbere Materie des Zodiakallichtes. Allein die Erfahrung widerſpricht dieſer Behauptung, weil Feuerkugeln in allen möglichen Gegenden entſtehen.

Von Herbert [β]) und **Toaldo** [γ]) halten ſie für Entzündungen von brennbarer Luft. Es läßt ſich aber hier nicht begreifen,

α) Phyſikaliſche Beſchreibung der Erdkugel durch Röhl. Greifswalde 1780. gr. 8. Th. II. §. 131.

β) De aëre fluidisque ad aëris genus pertinentibus. Vienn. 1779. 8.

γ) Lettere fiſico - meteorologiche de' celeberrimi fiſici, *Sennebier, Sauſſure* et *Toaldo* con le riſpoſte di *A. M. Vaſſalli*. Torino 1789. 8.

begreifen, aus welcher Urſache brennbare Luft in begrenzter Geſtalt zuſammengebracht und in ihrer Bewegung in dieſem Zuſtande erhalten werden könne.

Vaſalli leitet ihre Entſtehung aus der elektriſchen Materie ab, welche aus einer Gegend in die andere der Atmosphäre übergehe.

Chladni hat aus den angegebenen Geſetzen gefolgert, daß der Stoff der Feuerkugeln ziemlich dicht und ſchwer ſeyn müſſe, weil er ſo ſichtbare Wirkungen der Schwere zeige, und ſeiner ſchnellen Bewegung ungeachtet in der Luft nicht zerſtreuet werde. Solche dichte Stoffe könnten ſich aber weder in der Atmosphäre anhäufen, noch durch bekannte irdiſche Kräfte ſo weit erhoben werden, und eine ſo ſchnelle Wurfbewegung erhalten; daher müßten dieſe Stoffe im übrigen Weltraume ſchon vorhanden geweſen ſey. Nach ihm ſind alſo im Weltraume grobe Materien, welche mit den größten Weltkörpern nicht in Berührung ſind, zerſtreuet. Kommen nun dergleichen Materien in die Atmosphäre unſerer Erde, ſo muß nothwendig durch ihre äußerſt ſchnelle Bewegung, welche von der Anziehung der Erde noch mehr beſchleuniget wird, wegen des heftigen Reibens in der Atmosphäre eine ſehr ſtarke Hitze in ihr erreget werden, wodurch ſie in einen brennenden und geſchmolzenen Zuſtand gerathen, welcher eine Menge Dünſte und Luftarten in ihnen entwickelt. Den Einwurf, daß ein wirkliches Brennen in ſo verdünnter Luft nicht anhaltend ſeyn könne, begegnet er dadurch, daß man nicht wiſſen könne, wie weit die Grenze gehe, wo die Luft zur Unterhaltung des Feuers noch tauge, und daß ſelbſt die Untauglichkeit durch Reiben und durch ſchnelle Bewegung erſetzet werden könne. Dieſe ſeine Theorie gründet er vorzüglich auf die Beobachtungen, daß unter Donner ähnlichem Getöſe aus der Luft eiſenhaltige Maſſen auf die Erde niedergefallen ſind. Ob nun gleich einige Beobachtungen dieſer Art mit beygefügten Urkunden verſehen ſind, und dieſerwegen nicht ſchlechtweg abgeläugnet werden können, ſo laſſen

ſich doch der Theorie des Herrn **Chladni** verſchiedene Zweifel entgegen ſetzen. Denn es iſt

1. gar nicht wahrſcheinlich, daß eine jede Feuerkugel und beſonders eine jede ſo genannte Sternſchnuppe ein kleiner Komet geweſen ſey, und von der erſten Entſtehung an ihren Lauf um die Sonne genommen habe. Bey den Sternſchnuppen beſonders gibt es manchen Abend unzählig viele, und lange Zeit darauf gar keine, ſo daß die Jahreszeit, die Witterung, die Beſchaffenheit des Erdbodens einen großen Einfluß auf dieſe Phänomene zu haben ſcheinet.

2. Iſt es gar nicht zu begreifen, wie die eiſenhaltigen Maſſen, aus welchen die Feuerkugeln und Sternſchnuppen beſtehen ſollen, bloß durch Reibung an der Luft in Brand gerathen und in ſelbiger zerplatzen können, ohne vorher in ihrer paraboliſchen Laufbahn um die Sonne außer der Atmosphäre unſerer Erde durch die Hitze der Sonnennähe zerſtöret zu werden. Und wie kann es Bedingung ſeyn, daß ſolche Maſſen alle Mahl in der Luft zerplatzen müſſen? Fielen ſie aber auf die Erde nieder, welche Verwüſtungen müßten ſie nicht nach den Geſetzen der Mechanik verurſachen? M. ſ. den Artikel **Eiſen**.

Es ſcheint alſo bis jetzt die Urſache von der Entſtehung der Feuerkugeln, und woraus ſie beſtehen, noch nicht bekannt zu ſeyn.

Feuermaſchine ſ. **Dampfmaſchine**

Feuerpinſel, **elektriſcher** ſ. **Strahlenbüſchel.**

Feuerſpeiende Berge ſ. **Vulkane.**

Fibern, **Faſern** (fibrae, fibres) heißen die feinen cylindriſchen oder fadenförmigen Körper, woraus verſchiedene Theile der Pflanzen und der thieriſchen Körper zuſammengeſetzet ſind. Vorzüglich merkwürdig ſind die Fibern des thieriſchen Körpers und beſonders diejenigen, woraus die Muskeln beſtehen, oder die **Muskelfaſern** (fibrae musculares), weil durch ſelbige die Bewegungen des thieriſchen Körpers hervorgebracht werden. Allen Faſern, aus welchen die Theile der thieriſchen und der vegetabiliſchen Körper zuſammenge-

ſammengeſetzet ſind, kömmt die attraktive Elaſticität in einem größern und geringern Grade zu, welches Vermögen von einigen Schriftſtellern der Ton (tonus) genannt wird. Außer dieſer Elaſticität ſcheint eine gewiſſe **Reitzbarkeit** (irritabilitas) den Muskelfaſern ausſchließlich und eigenthümlich zu zukommen, und wird deßwegen auch **Muskelkraft** (vis muſcularis ſ. vis inſita) genannt. Durch dieſe hat jede Muskelfaſer das beſondere Vermögen, wenn ein Reitz an ſie gebracht wird, ſich, auch ſelbſt noch eine Zeitlang nach dem Tode, zuſammenzuziehen, und zwar ſo, daß ſie ſich dabey in allen ihren Punkten erſchüttert, oder eine zitternde Bewegung hervorbringt, durch welche ſie ſich ſowohl, als durch die Leichtigkeit ihrer Entſtehung, und dadurch, daß ſie von jedem mechaniſchen Reitze hervorgebracht werden kann, von der Elaſticität hinlänglich unterſcheidet. Die Phyſiologen haben ſich jeder Zeit bemühet, zu unterſuchen, was eigentlich die Muskelkraft für eine Kraft ſey. Erſt in den neuern Zeiten hat man dieſen Gegenſtand mit glücklicherem Erfolg unterſuchet, wovon ſchon hinlänglicher Unterricht unter dem Artikel **Elaſticität, thieriſche** iſt gegeben worden. Ich führe nur noch eine dahin gehörige ganz neue kleine Schrift vom Herrn **Ritter** an, welche folgenden Titel hat: Beweis, daß ein beſtändiger Galvanismus den Lebensprozeß im Thierreiche begleitet. Weimar 1798. 8.

Figur ſ. Geſtalt.

Figur der Erde ſ. **Erdkugel.**

Figuren, lichtenbergiſche mit Harzſtaub ſ. **Elektrophor.**

Filtriren, Seihen, Durchſeihen (filtratio, filtration) iſt eine Operation, durch welche man gewiſſe Unreinigkeiten oder auch gröbere Theile, die einer flüſſigen Maſſe beygemiſcht ſind, von dieſer abſondert, indem man die flüſſige Materie durch einen Körper gehen läßt, welcher die Unreinigkeiten oder die gröbern Theile zurückhält. Der Körper, welcher zum Durchſeihen gebrauchet wird, heißt das **Filtrum** oder das **Seihezeug** (filtrum, filtre).

Im Großen geſchiehet dieſe Operation durch Lagen von Stroh in Fäſſern, deren Boden durchlöchert iſt; im Kleinen aber nach der verſchiedenen Feinheit der Stoffe entweder durch trichterförmiges Löſch- oder Druck- oder Seidenpapier, welches in einem gläſernen Trichter oder im Filtrirkorbe liegt, die man auf das Filtrirbret ſtellt, oder durch Zwillig und Leinwand, welche man über einen hölzernen mit Stiften verſehenen Rahmen, den ſo genannten **Tenakel** (tenaculum) ausſpannt, über welches man bey feinen Flüſſigkeiten auch wohl noch Löſchpapier legt; oder durch Säcke von eben dieſen Zeugen, die, wenn ſie unten ſpitzig zu laufen, manicae Hippocratis genannt werden. Das Filtrum muß von der Beſchaffenheit ſeyn, daß es von der zu filtrirenden flüſſigen Materie nicht angegriffen oder zerfreſſen werde. Wäre aber dieſe Materie wirklich zu ſcharf, ſo reiniget man ſie am beſten, daß man ſie durch einen mit feinem und gewaſchenen Quarzſande angefüllten gläſernen Trichter durchfließen läßt. Zähe, geſchmolzene und harzige Materien filtrirt man am beſten durch Hanf, welcher über ein im Tenakel ausgeſpanntes Netz ausgebreitet iſt. Queckſilber, welches mit Schmutz verunreiniget worden, reiniget man durchs Leder, oder noch beſſer, man läßt es durch einen gläſernen, in eine ganz enge und feine Röhre ausgezogenen Trichter laufen, an deſſen Wänden der Schmutz hängen bleibt.

Enthalten die Flüſſigkeiten ſchleimige Unreinigkeiten, welche mittelſt des Durchſeihens nicht rein oder bequem abgeſondert werden können, oder ſind ſie ſelbſt zu dick, als daß ſie durch die Seihezeuge hindurchgehen ſollten, ſo bedient man ſich eines andern Verfahrens. Man ſetzet dieſen Flüſſigkeiten nämlich ſolche Dinge zu, welche beym Sieden gerinnen, ohne ſich mit denſelben zu verbinden wie z. B. Eyweiß, Blut, Hauſenblaſe u. d. g. in welche ſich die Unreinigkeiten verwickeln, und oben aufſchwimmen, wo dieſe alſo zugleich mit jenen weggenommen werden können.

Finder, am newtoniſchen Spiegelteleſkope, Sucher ſ. Spiegelteleſkop.

Finſterniſſe, Verfinſterungen der Himmelskörper (eclipſes, defectus ſolis et lunae, éclipſes) heißen diejenigen Begebenheiten am Himmel, da ein Himmelskörper eine gewiſſe Zeitlang entweder ganz oder zum Theil verdunkelt oder ſeines Lichtes beraubet wird.

In der Aſtronomie kennt man dreyerley Arten von Finſterniſſen, nämlich **Mondfinſterniſſe, Sonnenfinſterniſſe** und Finſterniſſe der **Trabanten** beſonders des Jupiters.

Mondfinſterniß (eclipſis lunae ſ. lunaris, defectus lunae, éclipſe de lune). Dieſe erfolget nur um die Zeit des Vollmondes, wenn der Mond gerade im Gegenſchein mit der Sonne iſt. Bey dieſer Begebenheit wird der Mond dem Anſehen nach von einer ſchwarzen Scheibe verdunkelt, welche von Oſten gegen Weſten vorüber zu rücken ſcheinet. Da unſere Erde ein dunkeler kugelähnlicher Körper und nach aſtronomiſchen Gründen viel kleiner als die Sonne iſt, ſo wird auch die undurchſichtige Erdkugel einen kegelförmigen Schatten der Sonne gegenüber werfen, deſſen Länge ungefähr 215 Erdhalbmeſſer beträgt. Wenn alſo der Mond im Gegenſchein mit der Sonne zugleich einem Knoten ſeiner Bahn ſehr nahe, oder vielleicht ſelbſt im Knoten befindlich iſt; ſo muß er entweder ganz oder zum Theil in den Erdſchattenkegel kommen, und von demſelben verdunkelt werden. Die ſcheinbare Mondſcheibe wird alsdann den Erdſchattenkegel ſenkrecht ſchneiden, der auf die Mondſcheibe projicirte Erdſchatten wird kreisförmig erſcheinen, und ſolcher Geſtalt die Erſcheinung der Mondfinſterniß in ſolchen Fällen alle Mahl verurſachen, wenn die Entfernung zwiſchen dem Mittelpunkte des Mondes und der Axe des Erdſchattens kleiner wird, als die Summe der ſcheinbaren Halbmeſſer des Mondes und ſenkrechten Schnittes des Erdſchattens in einer ſolchen Entfernung von der Erde, die der Erdfernung des Mondes gleich iſt. Wenn dieſe Vorſtellung ihre Richtigkeit hat, ſo muß man auch im Stande ſeyn, die eigentliche Zeit, Dauer und Größe einer Mondfinſterniß

zum Voraus zu berechnen. Die bisher beobachtete Uebereinſtimmung des Erfolgs mit den Rechnungsreſultaten läßt an der Richtigkeit dieſer Vorſtellung nicht im geringſten zweifeln.

Es iſt alſo die Mondfinſterniß nichts anders als ein Durchgang des Mondes durch den Erdſchatten, wodurch der im Erdſchatten befindliche Theil des Mondes oder auch bisweilen der ganze Mond ſein von der Sonne entlehntes Licht verlieret.

Es ſey (fig. 72.) t die Erde und ſ die Sonne, ſo iſt cga der kegelförmige Erdſchatten, welcher von den äußerſten Strahlen ag und bg begrenzt wird, und der **volle Schatten** oder **Kernſchatten** heißt. Iſt nun ik ein Theil der Mondbahn, ſo kann der Mond, welcher etwa 60 Erdhalbmeſſer von t entfernet iſt, bey n, wo er mit der Sonne im Gegenſchein iſt, in dieſen Schatten treten, bey m gänzlich verdunkelt ſeyn, und bey l wieder aus dem Schatten hervorgehen. Nun erhellet, daß atſ der ſcheinbare Halbmeſſer der Sonne, ltm der ſcheinbare Halbmeſſer des projicirten Schattens aus dem Mittelpunkte der Erde geſehen, der Winkel clt die Parallaxe des Mondes, und cat die Parallaxe der Sonne iſt. Man hat den Winkel ltm = ltq − mtq = ltq − atſ; aber ltq = alt + lat, mithin ltm = alt + lat − mtq, d. h. wenn der Erdſchattenkegel mit einer Ebene in der Entfernung des Mondes von der Erde auf der Axe deſſelben ſenkrecht geſchnitten wird, ſo iſt der Halbmeſſer dieſes projicirten Schattens aus dem Mittelpunkte der Erde geſehen der Summe der Parallaxen des Mondes und der Erde weniger dem ſcheinbaren Halbmeſſer der Sonne gleich.

Die Horizontalparallaxe des Mondes und der Sonne in der mittlern Entfernung von der Erde, betragen 57′ 3″ und 8,6″ und der ſcheinbare Halbmeſſer des projicirten Erdſchattens = 41′ 10,6″, alſo der ſcheinbare Durchmeſſer 1° 22′ 21,2″; es iſt alſo alle Mahl dieſer um etwas Beträchtliches größer als der ſcheinbare Durchmeſſer des Mondes.

Man

Man ſieht demnach hieraus, daß der Mond nicht allein völlig verfinſtert, ſondern auch eine gewiſſe Zeit in vollem Schatten bleiben kann. Eine ſolche Finſterniß wird eine **totale mit Dauer** genannt, welche zugleich **central** iſt, wenn der Mond im Knoten ſich befindet. Die Zeitdauer einer ſolchen centralen totalen Finſterniß kann auf 1¾ Stunden betragen.

Der Schattenkegel der Erde erſtreckt ſich längs der Fläche der Ecliptik, ſo daß die äußerſte Spitze deſſelben g in die Axe tg, folglich auch der Mittelpunkt eines jeden auf einer Ebene projicirten Erdſchattens, von uns für einen jeden Augenblick genau in dem Punkte der Ecliptik geſehen wird, welcher von der Sonne um 180° entfernet iſt. Wenn daher die Erdbahn oder die Ecliptik mit der Mondbahn in einerley Fläche läge, ſo müßte nothwendig der Mond in ſeiner Bahn beſtändig in der Ecliptik fortgehen, und in einem jeden Vollmonde eine totale und centrale Finſterniß erleiden. Weil aber die Mondbahn gegen die Ecliptik unter einem Winkel von etwa 5° geneigt iſt, und beyde ſich in einer geraden Linie in der ſo genannten **Knotenlinie** ſchneiden, ſo können nur diejenigen Vollmonde, welche ſich in oder nahe bey den Knoten ereignen, vom Erdſchatten getroffen werden, weil alsdann die Breite des Mondes entweder Null oder doch ſehr gering iſt. Beträgt nämlich die Breite des Mondes weniger als die Summe der Halbmeſſer des Mondes und des Erdſchattens, ſo erfolget alle Mahl eine Verfinſterung des Mondes; überſteiget aber die Breite des Mondes dieſe Summe, ſo findet keine Verfinſterung mehr Statt. Die fig. 73. zeigt, wie die Mondfinſterniſſe immer kleiner werden, je mehr ſich der Vollmond vom Knoten a entfernet. Wenn nämlich fg einen Theil der Ecliptik, in welcher jeder Zeit der Mittelpunkt des Erdſchattens anzutreffen iſt, ed ein Theil der Mondbahn, welche gegen die Ecliptik unter dem Winkel von 5° geneigt iſt, und die Punkte a, b, c Mittelpunkte des Erdſchattens oder Punkte, welche der Sonne gerade gegenüber liegen, vorſtellen, ſo leidet der Vollmond

in dem Knoten a eine totale und centrale Finſterniß, welche von der größten Zeitdauer iſt; in b bleibt ſchon ein Theil lichte, und in c findet gar keine Mondfinſterniß mehr Statt. Weil der größte Halbmeſſer des Erdſchattens in der Erdnähe des Mondes auf 47 und des Mondes auf 17 Minuten gehen kann, ſo kann keine partielle Mondfinſterniß Statt finden, wenn die Breite des Mondes 47 + 17 = 64 im Augenblicke des Vollmondes, und keine totale, wenn ſie 47 — 17 = 30 Minuten überſteigt. Das erſtere wird ſich zutragen, wenn der Mond in ſeiner Bahn etwa 13° von dem Knoten a entfernet iſt. Wäre der Mond nicht in der Erdnähe, ſo können noch bey etwas kleinern Breiten Verfinſterungen an ihm möglich ſeyn.

Außer dieſer angeführten Urſache, warum nicht alle Vollmonde eine Verfinſterung leiden, iſt noch eine andere vorhanden: es läuft nämlich der Mond zwar in 27⅓ Tagen den ganzen Thierkreis um, allein er kömmt doch alle Mahl erſt nach 29 Tagen 12 Stunden wieder in Conjunktion oder Oppoſition mit der Sonne, und hat in dieſer Zwiſchenzeit gegen 390° zurückgeleget. Geſetzt alſo, es ſey jetzt der Mond in Oppoſition mit der Sonne und nahe beym Knoten, ſo daß er verfinſtert werde, ſo muß er in der nächſt folgenden Oppoſition um faſt 30° von dieſer Oppoſition gegen Morgen entfernet ſeyn, und kann daher wegen der zu großen Breite vom Erdſchatten nicht getroffen werden. Bey der zweyten und folgenden Oppoſitionen nimmt dieſe Entfernung jedes Mahl um 30° zu, bis ſolche nach 6 Monathen in der Nachbarſchaft des gegenüberſtehenden Knotens einfallen, und wieder eine Verfinſterung des Mondes möglich wird. Ueberdem verändern die Knoten ihren Ort monathlich über 1½ Grad gegen Abend, ſo daß daher die Finſterniſſe nach und nach in andere Gegenden des Thierkreiſes einfallen, und jene monathliche Entfernung noch größer wird. Es kann daher bisweilen ganze Jahre geben, in welchen keine Mondfinſterniß vorfällt; gewöhnlich aber ereignen ſich in jedem Jahre zwey Finſterniſſe am Monde.

Um

Um den wahren Schatten befindet ſich noch der Halbſchatten (fig. 72.) ck, di, welcher von den Lichtſtrahlen bck, bdi begrenzt wird, in welchen hinter der Erde immer noch ein Theil von der Sonne zu ſehen iſt. Kömmt der Mond z. B. in i, ſo fängt der Rand der Erde d an ihm den Sonnenrand a zu bedecken, je weiter er von i gegen n rückt, um deſto mehr erſcheinet dem Monde die Sonne von der Erde bedecket, bis er in n das Sonnenlicht gänzlich verliert; in l erhält der Mond wieder etwas Licht von dem Theil der Sonne bey a, und in k tritt er völlig aus dem Erdſchatten, wo er wieder von der ganzen Sonne beſchienen wird. Dieſer Halbſchatten iſt lange nicht ſo dunkel, als der wahre Schatten; daher iſt er auch nur eine kurze Zeit vor und nach dem Eintritt und Austritt desſelben in und aus dem wahren Schatten daran zu bemerken, daß er die Mondflecke etwas unkenntlich macht.

Die Erſcheinung einer Mondfinſterniß, nämlich die Zeit des Anfangs, des Endes und die ganze Zeitdauer laſſen ſich aus verſchiedenen dazu nöthigen Stücken, entweder durch Rechnung oder noch beſſer durch Zeichnung, ſehr leicht finden. Zuerſt muß man die Zeit, da eine Mondfinſterniß einfallen wird, vorläufig wiſſen, wozu die Sternkunde leichte Regeln gibt; hierauf ſucht man alsdann für den Meridian eines gewiſſen Ortes auf der Erde aus den aſtronomiſchen Tafeln die genaue Zeit des Vollmondes oder der wahren Oppoſition des Mondes mit der Sonne, und für dieſe Zeit die Breite des Mondes, die ſtündliche Veränderung der Länge und Breite desſelben, die ſtündliche Bewegung und den Halbmeſſer der Sonne, die horizontale Mond- und Sonnenparallaxe, den Halbmeſſer des Mondes u. ſ. f. woraus ſich die erwähnte Zeichnung der Rechnung machen läßt. Anleitungen hierzu findet man in den Lehrbüchern der Aſtronomie, wie bey **de la Lande** [α]), **Bode** [β]) und andern.

α) Aſtronomiſches Handbuch aus dem Franzöſ. Leipz. 1775. gr. 8. §. 620 f.

β) Kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde. §. 538 f.

Nach einer alten Gewohnheit druckt man die Größe der Verfinſterung am Monde in **Zollen** und in **Minuten** aus. Man theilet nämlich den Mondsdurchmeſſer in 12 gleiche Theile ein, und nennt einen ſolchen Theil einen Zoll, und den 60ten Theil eines Zolles eine Minute. So beträgt bey einer totalen Finſterniß die Verfinſterung 12 Zoll. Weil ſich aber der Mond in dem weit größern Erdſchatten eine gewiſſe Zeit verweilen kann, ſo rechnet man in ſolchen Fällen noch diejenigen Zolle hinzu, um welche ſich der Mond in dem Erdſchatten weiter hinein ſenkt; ſo kann bey totalen Finſterniſſen die Größe bis auf 20 Zoll und darüber betragen.

Die Mondfinſterniſſe ſind allen Ländern der Erde, welchen der Mond aufgegangen, in gleicher Größe und in gleichen Augenblicken ſichtbar, nur daß bey ihren Erſcheinungen nach dem Unterſchiede der Meridiane frühere oder ſpätere Nachtſtunden gezählet werden. Denn ſo bald der Mond in Erdſchatten kömmt, ſo verliert er auch ſein von der Sonne entlehntes Licht, und muß daher allen Völkern, die ihn alsdann ſehen können, zugleich verfinſtert erſcheinen. Es geben alſo die Mondfinſterniſſe ein Mittel ab, den Unterſchied der Meridiane verſchiedener Orte auf der Erde oder ihre geographiſchen Längen zu finden. Es ſey z. B. der Mond mitten im Erdſchatten, folglich central verfinſtert in m (fig. 72.), ſo wird er in eben dem Augenblicke von einem Beobachter in d des Abends bey Sonnenuntergang (indem ſich die Erde nach d o c um ihre Axe dreht) central verfinſtert am Oſthorizonte aufgehen. Ein anderer Beobachter in o hat alsdann den Mond im Meridian, folglich iſt es bey ihm Mitternacht; der dritte Beobachter in c wird zu gleicher Zeit den Mond am Morgen bey Sonnenaufgang central verfinſtert untergehen ſehen. Dieß gibt alſo zu erkennen, daß der Anfang der Stundenzählung in c 6 Stunden früher als in o, und in o 6 Stunden früher als in d geweſen ſey, d. h. daß der Unterſchied der geographiſchen Längen der Orte c und o, imgleichen o und d gerade 90° betrug. In einem jeden Augenblicke iſt der Mond der halben Erde auf ein Mahl

ſichtbar; da ſich aber die Erde während der Finſterniß des Mondes noch um ihre Axe drehet, ſo kommen mehrere Länder in die Nachtſeite der Erde, wenn die gerade gegenüberliegenden aus derſelben gehen, in welchen alſo der verfinſterte Mond auf- und untergehet, und daher iſt eine Mondfinſterniß wenigſtens zum Theil mehr wie der halben Erdkugel ſichtbar.

Die Zeit des Anfangs und des Endes einer Mondfinſterniß, ſo wie der Ein- und Austritt der Mondflecken läßt ſich ſchwerlich ganz genau wegen des Halbſchattens und ſelbſt der Erdatmosphäre beobachten; dieſerwegen erſcheinet auch der Rand des Erdſchattens rauh und uneben. Die veränderlichen Farben bey den Verfinſterungen des Mondes hängen größtentheils von der verſchiedenen Entfernung des Mondes von der Erde ab. In der Erdferne erſcheinet der Schatten gewöhnlich heller und röther als in der Erdnähe; denn da ſich nach am Rande der Erde in der Atmosphäre viele Lichtſtrahlen brechen, und im Erdſchatten verſchiedentlich durchkreuzen, ſo kommen ſie im erſten Falle wegen der geringen Breite des Schattens dem Mittelpunkte näher als im letztern, und vermindern folglich die Dunkelheit des Schattens merklicher. Der Mond pflegt daher nach Beſchaffenheit der Umſtände, ſelbſt in ſeiner totalen Verfinſterung, oftmahls in hell- oder dunkelrother Farbe zu erſcheinen. Bisweilen iſt er aber auch in dem Erdſchatten völlig verſchwunden, wie **Kepler** *) bey den Mondfinſterniſſen am 9. Dec. 1601 und am 15. Jan. 1620 anführet. Auch meldet **Hevel** †), daß man bey einer gänzlichen Verfinſterung am 25. April 1642 den Ort des Mondes vermittelſt der Fernröhre nicht habe entdecken können. Dergleichen gänzliche Verſchwindungen des Mondes ſind aber äußerſt ſelten.

Daß die Mondfinſterniſſe die Aufmerkſamkeit der Menſchen in den allerälteſten Zeiten an ſich gezogen haben müſſen, iſt natürlich, indem ſie bey geringer Aufmerkſamkeit leicht

*) Aſtron. opt. p. 227. epit. Aſtron. Copernic. L. V. p. 825.
†) Selenographia C. VI. fol. 117.

leicht darauf verfallen konnten, daß die Verfinſterungen durch das Vortreten eines dunkeln Körpers vor die Mondſcheibe erfolgen mußten. Die erſten Beobachtungen an Mondfinſterniſſen, welche man aufgezeichnet findet, wurden von den Chaldäern angeſtellt. So erzählet **Ptolemäus** [α]), daß **Hipparch** zur Entdeckung der Ungleichheiten am Monde drey Mondfinſterniſſe beobachtet habe, wovon die erſte zu der Zeit wahrgenommen wurde, als **Phanoſtrates** in Athen Archon war, und welche nach **Weidler** [β]) in das Jahr 266 des Nabonaſſar oder in das Jahr 480 vor Chriſti Geburt fiel. Der P. **Petav** [γ]) berechnete dieſe Mondfinſterniß nach verſchiedenen Tabellen, und fand, daß dieſe alle die Zeit der Obſervationen zu groß anſetzten; die alphonſiniſchen um 1 Stunde 16 Minuten; die preußiſchen um 49 Minuten; die däniſchen um 42 Minuten; die pariſiſchen um 33 Minuten; ſo daß nach einigen dieſer Tabellen die ganze Finſterniß vorgegangen ſeyn würde, da der Mond in Babylon bereits untergegangen war und da man ſie doch gar nicht hätte beobachten können. Der P. **Riccioli** [δ]) ſetzt noch hinzu, daß ſich die rudolphiniſchen Tafeln in dieſer Finſterniß 1 Stunde 15 Minuten, die philolaiſchen aber nur um 2 Minuten 50 Sekunden verſpäteten, und führet dabey an, daß dieſe Finſterniß in das Jahr 366 des **Nabonaſſar** (bey **Weidler** möchte alſo wohl 266 ein Druckfehler ſeyn) fiel, welches nach ſeinen Tabellen das 383te Jahr vor Chriſti Geburt ſey. **Thales** lehrete aber zuerſt, daß die Verfinſterungen der Monde von dem Schatten der Erde herrührten, welche ſich zur Zeit der Verfinſterungen zwiſchen der Sonne und dem Monde befände. Nach dieſer Zeit ſind Beobachtungen an Mondfinſterniſſen in unzähliger Menge angeſtellet worden, und dieſe vorzüglich zur Berichtigung der Mondstafeln oder zur Verbeſſerung der Kenntniß des Mondslaufs und

α) Almageſt. lib. IV. cap. XI.
β) Hiſtoria aſtronomiae; cap. III. §. VII.
γ) De doctrina temporum.
δ) Aſtronomia reformata.

und zu mehrerer Berichtigung der geographiſchen Längen benutzet.

Sonnenfinſterniß (eclipſis ſolis ſ. ſolaris, defectus ſolis, éclipſe de ſoleil), dieſe erfolget alle Mahl nur zur Zeit des Neumondes, oder wenn der Mond mit der Sonne in Zuſammenkunft iſt. Bey dieſer Begebenheit hat es das Anſehen, als ob eine ſchwarze Scheibe von Weſten gegen Oſten vor der Sonne vorüber ginge. Wenn nämlich der Mond zur Zeit ſeiner Zuſammenkunft mit der Sonne dem Knoten nahe iſt, oder auch ſelbſt durch den Knoten gehet, mithin entweder eine geringe oder gar keine Breite hat, ſo muß er nun vor der Sonne vorüber gehen, als eine dunkele und undurchſichtige Kugel die Sonne ganz oder zum Theil verdecken, und die Erſcheinung der Sonnenfinſterniß verurſachen. Es muß nun dieß alle Mahl erfolgen, wenn Sonne und Mond einander ſo nahe kommen, daß die Entfernung ihrer Mittelpunkte kleiner wird, als die Summe ihrer ſcheinbaren Halbmeſſer. Nach dieſer Vorſtellung kann man die eigentliche Zeit, wenn eine Sonnenfinſterniß eintreten muß, ihre Größe und Dauer zum voraus berechnen, und die Erfahrung hat nun ſehr oft gelehret, daß alles ſo erfolge, wie es nach den Vorausſetzungen, die bey den Rechnungen angenommen ſind, erfolgen muß; mithin bleibt auch nicht der geringſte Zweifel übrig, daß die Sonnenfinſterniſſe nicht von der angeführten Urſache herrühren ſollten. Es iſt daher die Sonnenfinſterniß nichts anders als eine Bedeckung der Sonne durch den dunkeln Mond, indem dieſer vor die Sonne tritt, und an dieſer Stelle einigen Erdbewohnern das aus ſelbiger ausfließende Licht entziehet.

Weil die Sonne über 300 Mahl weiter von der Erde entfernet iſt, als der Mond, ſo muß auch die Parallaxe der Sonne in einerley Höhe mit dem Monde über 300 Mahl kleiner ſeyn als die des Mondes. Daraus folget, daß denjenigen Bewohnern der Erde, welche die Sonne über dem Horizonte haben, eine Sonnenfinſterniß nicht zu einerley Zeit erſcheinen auch nicht gleiche Zeit dauern kann. Ja es iſt mög-

möglich, daß einige einen Theil der Sonne verfinſtert ſehen, wenn die andern gar keine Verfinſterung bemerken.

Wenn der Mondſchattenkegel in der Entfernung des Mondes von der Erde von einer auf der Axe ſenkrechten Ebene geſchnitten wird, ſo iſt der aus dem Mittelpunkte des Mondes geſehene ſcheinbare Halbmeſſer des projicirten Schattens der Sonne der ſcheinbaren Halbmeſſer der Sonne aus der Erde und der Erde aus der Sonne geſehen, weniger dem ſcheinbaren Halbmeſſer der Sonne aus dem Monde geſehen gleich. Stellt nämlich (fig. 74.) l den Mittelpunkt des Mondes, und lf die Entfernung des Mondes von der Erde vor, in welcher der Mondſchattenkegel cgd von der Ebene hi ſenkrecht geſchnitten wird, ſo ſind ſla der ſcheinbare Halbmeſſer, lac, cel die horizontalen Parallaxen der Sonne und der Erde aus dem Monde, aber auch zugleich die ſcheinbaren Halbmeſſer des Mondes aus der Sonne und aus der Erde geſehen. Nun iſt der Winkel elf = elk — flk = elk — ſla, aber elk = lae + ael, mithin auch elf = lae + lea — ſla.

Weil der Durchmeſſer des Mondes über 400 Mahl kleiner als der der Sonne iſt, ſo findet man die Länge des Mondſchattenkegels ungefähr 215 Mondshalbmeſſer, oder 58,48 Erdhalbmeſſer. Wäre alſo der Mond von der Erde weiter als 58,48 Erdhalbmeſſer entfernet, ſo könnte der Kernſchatten des Mondes die Erde nicht mehr erreichen. In der Erdnähe aber beträgt die Entfernung des Mondes von der Erde 55,87 Erdhalbmeſſer, alſo erreicht der volle Schatten des Mondes die Erde in der kleinſten Entfernung alle Mahl, und in der mittleren beynahe, weil die Entfernung alsdann ungefähr 60,25 Erdhalbmeſſer iſt. Hieraus folgt alſo, daß die Spitze g des Mondſchattenkegels cgd beynahe mit dem Mittelpunkte der Erde zuſammenfällt; demnach kann man, ohne merklich zu irren, den Winkel ſga als den ſcheinbaren Halbmeſſer der Sonne aus dem Mittelpunkte der Erde geſehen annehmen. Nun hat man den ſcheinbaren Halbmeſſer derſelben aus der Sonne ſla aus dem Monde geſehen =

lga

lga + lag, folglich lag = ſla — lga, und der ſcheinbare Halbmeſſer der Sonne aus dem Monde geſehen iſt um den Winkel lag größer, als der ſcheinbare Halbmeſſer derſelben aus der Erde beobachtet. In dem Dreyecke ale ergibt ſich al : le = cel : cal, folglich $cal = \frac{le}{al} \cdot cel$ $= \frac{1}{398} \cdot 15{,}34'' = 2{,}35''$, weil der ſcheinbare Halbmeſſer des Mondes in der mittleren Entfernung des Mondes von der Erde = 15,34″, und das Verhältniß le : al nach aſtronomiſchen Gründen = 1 : 398 iſt. Würde alſo die größte Schärfe eben nicht verlangt, ſo kann man ſtatt des aus dem Monde geſehenen ſcheinbaren Halbmeſſers der Sonne den ſcheinbaren Halbmeſſer derſelben aus der Erde geſehen ſetzen; folglich würde der ſcheinbare Halbmeſſer des projicirten Schattens aus dem Mittelpunkte des Mondes geſehen der Differenz des ſcheinbaren Halbmeſſer des Mondes und der Sonne gleich ſeyn.

Um den wahren Schatten des Mondes liegt nun noch der Halbſchatten ch, di, deſſen ſcheinbarer Halbmeſſer hlf des auf der Ebene hi projicirten Halbſchattens = hml + mhl = mag + agm + mhl iſt. Nun iſt mag = 2.cal = 4,7″, folglich der ſcheinbare Halbmeſſer des Halbſchattenkegels ſehr nahe der Summe der ſcheinbaren Halbmeſſer der Sonne und des Mondes aus der Erde geſehen. Auch findet man die ſcheinbare Breite des Halbſchattenringes = hlf — elf; aber hlf = ſemid. ⊙ + ſemid. ☽ und elf = ſemid. ☽ — ſemid. ⊙; demnach erhält man hle = ſemid. ☽ + ſemid. ⊙ — ſemid. ☽ + ſemid. ⊙ = 2. ſemid. ⊙. Wäre n ein Ort auf der Erdoberfläche im Halbſchatten des Mondes, ſo erſcheinet einem Beobachter daſelbſt der Theil bo vom Durchmeſſer der Sonne ab bedeckt. Die Linien on, ag und bh ſchneiden einander beynahe in einerley Punkt c, und die Dreyecke abc, ceh und ocb, chn ſind einander ähnlich, demnach hat man ob : hn = oc : cn und ab : he = oc : cn, mithin auch ob : hn = ab : he oder ob : ab = hn : he, d. h. der vom

Monde bedeckte Theil des Durchmeſſers der Sonne, welchen ein Beobachter n im Halbſchatten ſiehet, verhält ſich zum ganzen Sonnendurchmeſſer wie der Abſtand des Beobachtungsortes vom Halbſchattenrande zur Breite des Halbſchattenringes.

Es ſey (fig. 75.) l der Mittelpunkt des vollen Mondſchattenkegels und m q der Weg, in welchem ſich dieſer Mittelpunkt fortbeweget; ferner ſey a e b die halbe Erdſcheibe aus dem Monde geſehen, l f der ſcheinbare Halbmeſſer des Halbſchattens, k f die Breite des Halbſchattenringes, und n ein Beobachtungsort auf der Erde. Aus dem Punkte l beſchreibe man einen Kreis mit dem Halbmeſſer l i, welcher dem ſcheinbaren Halbmeſſer des Mondes gleich iſt, ſo erhält man $lf = li + if =$ ſemid. ☽ + ſemid. ☉, und $if = ik =$ ſemid. ☉, weil $fk = 2.$ ſemid. ☉ iſt. Nun nehme man $nh =$ ſemid. ☉ und beſchreibe aus n mit dem Halbmeſſer n h einen Kreis, ſo verhält ſich der vom Monde bedeckte Theil des Sonnendurchmeſſers zum Sonnendurchmeſſer $= nf : fk$. Man hat aber $nf = fi - ni$, $hi = hn - ni$ und $fi =$ ſemid. ☉ $= hn$, mithin $nf = ki$; überdem iſt auch $fk =$ diam. ☉ $= hg$, und es verhält ſich der vom Monde bedeckte Theil des Sonnendurchmeſſers zum Sonnendurchmeſſer $= hi : hg$. Es erſcheinet alſo dem Beobachter in n der Theil o h f i von dem Monde bedeckt.

Die Größe der Verdunkelung an der Sonne wird wie bey Mondfinſterniſſen in Theilen ausgedrückt, deren der Durchmeſſer der Sonne 12 hat, und Zolle genannt werden.

Aus dem Angeführten läßt ſich einiger Maßen begreifen, wie man die Erſcheinung einer Sonnenfinſterniß durch Zeichnung finden könne. Man muß hierbey nur bedenken, daß zu eben der Zeit, da auf der Erde eine ſolche wahrgenommen wird, auch im Monde eine Erdfinſterniß Statt hat, weil eigentlich die Erde in den Schatten des Mondes tritt. Uebrigens kann die Sonnenfinſterniß total und central ſeyn; wenn nämlich die Sonne in der Sonnenferne und der Mond in der Erdnähe iſt; denn alsdann übertrifft der ſcheinbare Durchmeſſer

meſſer des Mondes den von der Sonne um 2 Minuten 7 Sekunden, und es kann die Dauer der Sonnenfinſterniß auf 3 Minuten 41 Sekunden gehen. Erſcheinen die Durchmeſſer der Sonne und des Mondes gleich groß, ſo berührt genau die Spitze des wahren Mondſchattens die Erde, und es zeigt ſich an dem Orte, wo die Spitze auf der Erdfläche hinfällt, eine totale und centrale Sonnenfinſterniß von augenblicklicher Dauer. Wenn der ſcheinbare Durchmeſſer des Mondes kleiner als der von der Sonne iſt, wie dieſes mehrentheils Statt findet, ſo erreicht die Spitze des wahren Mondſchattens nicht die Oberfläche der Erde; in einem ſolchen Falle kann der dunkele Mond ganz in die Sonnenſcheibe hineintreten, und noch einen hellen Ring um ſie unbedeckt laſſen; dieſe Finſterniß heißt eine **ringförmige**.

Wenn ſich der Mond (fig. 76.) von Abend gegen Morgen durch ſeine Bahn a c b fortbeweget, ſo drehet ſich zugleich nach eben der Richtung nämlich nach m d n die Erde um die Axe. Iſt nun der Mond in a, ſo kann der öſtliche Rand ſeines Halbſchattens die Erde in m zuerſt berühren, und der Ort, welcher gerade zu der Zeit bey m in die erleuchtete Halbkugel der Erde kömmt, ſieht die Sonne beym Aufgange unter allen zuerſt verfinſtert, oder den öſtlichen Mondrand g vor den weſtlichen Sonnenrand i treten. Von da geht der Mondſchatten über m d, und wenn er in c kömmt, ſo ſcheint er die Sonne für die Länder in d gerade um die Mittagszeit zu bedecken. Hierauf geht der Mondſchatten über d n, und wenn endlich der Mond in b anlangt, ſo verläßt der weſtliche Rand ſeines Halbſchattens in n die Erde, und der Ort, welcher bey n in die Nachtſeite der Erde übergehet, ſieht bey Sonnenuntergang den weſtlichen Mondrand h den öſtlichen Sonnenrand k zuletzt berühren. Es läuft alſo der Mondſchatten von Abend gegen Morgen über die Oberfläche der Erde fort, und es müſſen die weſtlichen Länder die Sonne früher als die öſtlichen verfinſtert ſehen. Aus dem Monde muß dieß ganz eigentlich zu bemerken ſeyn, und ſich die auf der Erdfläche erſcheinende Sonnen-

Sonnenfinſterniß daſelbſt als eine vom Schatten des Mondes bewirkte Erdfinſterniß darſtellen.

Die Berechnung der Sonnenfinſterniß ſo wohl als Erdfinſterniß allgemein für die ganze Erde als auch für einzelne Oerter, iſt wegen der ſich beſtändig dabey einmiſchenden Parallaxe des Mondes viel weitläuftiger und ſchwerer, als die Berechnung der Mondfinſterniß. Es wird aber dieſe dadurch erleichtert, wenn man ſich die Sonnenfinſterniß als eine Erdfinſterniß vorſtellet. Anweiſungen hierzu findet man beym **de la Lande** [α]) und **Bode** [β]) und andern. Die zur Berechnung einer Erdfinſterniß nöthigen Angaben werden aus den aſtronomiſchen Tafeln genommen. Man muß alsdann vorläufig wiſſen, wenn ein Neumond, bey welchem eine Erdfinſterniß möglich iſt, einfällt. Hierauf ſucht man aus den Tafeln die genaue Zeit der wahren Zuſammenkunft nach einer genauen Uhr eines Ortes, und für dieſen Zeitpunkt die Breite des Mondes und deren ſtündliche Veränderung, ſtündliche Bewegung, Halbmeſſer und Parallaxe des Mondes und der Sonne u. ſ. w. Aus dieſen und andern Angaben läßt ſich alsdann der Anfang das Mittel und das Ende einer Sonnenfinſterniß für einen gegebenen Ort trigonometriſch berechnen, oder noch beſſer in eine Zeichnung bringen, wovon hier weiter keine nähere Anweiſung gegeben werden kann.

Die Urſache, warum nicht alle Neumonde Erdfinſterniſſe mit ſich bringen, iſt eben ſo wie bey den Mondfinſterniſſen nicht allein, weil die Mondbahn eine Neigung gegen die Ecliptik hat, ſondern auch, weil der Mond nicht immer in einem und demſelben Punkte des Thierkreiſes mit der Sonne zuſammenkömmt. Nach der Theorie iſt keine Sonnenfinſterniß mehr möglich, wenn der Mond bey der Konjunktion mit der Sonne über 21 Grad vom Monde entfernet iſt; hingegen wird an irgend einem Orte der Erde jederzeit eine Sonnenfinſterniß erfolgen, wenn der Mond vom Knoten weniger als

α) Aſtronomiſches Handbuch. §. 640 f.
β) Kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde. §. 549 f.

als 15 Grad entfernet iſt. Auch kann ſich oft der Fall ereignen, daß zwey Neumonde nach einander partiale Erdfinſterniſſe mitbringen, weil nämlich der erſte ſo weit vor einem Knoten, und der andere nach demſelben fallen kann, daß der Abſtand innerhalb der Grenzen fällt, da Sonnenfinſterniſſe möglich ſind.

Die Sonnenfinſterniſſe können noch ſicherer als die Mondfinſterniſſe zu Erfindung der geographiſchen Längen oder des Meridianunterſchiedes zweyer Oerter dienen, weil bey den Mondfinſterniſſen der Erdſchatten nicht genau genug begrenzt wird, um die Zeit der Berührung der Flecken und Ränder des Mondes von derſelben ſehr genau beobachten zu können. Nur erfordern die Sonnenfinſterniſſe noch ziemlich weitläuftige Rechnungen wegen den Wirkungen der Mondparallaxe, um die an beyden Orten beobachtete ſcheinbare Berührung der Sonnen- und Mondränder u. ſ. f. auf eine aus dem Mittelpunkt der Erde geſehene, folglich wahre zu reduciren, aus welcher ſich alsdann erſt auf den Meridianunterſchied beyder Oerter ſchließen läßt.

Die Sonnenfinſterniſſe wurden ſchon von den älteſten Völkern als ſehr merkwürdige Himmelsbegebenheiten angeſehen. Vorzüglich handelt von ihnen **Plinius** [α]). **Thales** ſoll nach ihm der erſte geweſen ſeyn, welcher eine Sonnenfinſterniß vorhergeſaget hat, und zwar diejenige, welche nach **Herodot** [β]) im 6ten Jahre des Krieges zwiſchen den Medern und Lydiern während der Schlacht den Tag in Nacht verwandelte. Nach **Plinius** ſoll ſich dieſe Finſterniß im vierten Jahre der 48ten Olympiade ereignet haben. **Riccioli** ſetzt ſie in das Jahr 585. vor Chriſti Geburt, nach **Coſtard** [γ]) aber wäre ſie auf den 17ten May des 603ten Jahres vor Chriſti Geburt gefallen. Beſonders merkwürdig ſind die Erſcheinungen in der Natur bey einer totalen Sonnen-

α) Hiſtoria naturalis. lib. II. cap. 12.

β) Hiſtoria ex interpretatione *Laur. Vallae* Frf. 1594. fol. lib. I. pag. 16.

γ) Philoſoph. tranſact. 1753. p. 23.

Sonnenfinſterniß, der Tag verwandelt ſich in die dunkelſte Nacht, die Sterne und beſonders die Planeten kommen bey heiterer Luft zum Vorſchein, die Vögel fallen aus der Luft u. ſ. f. Allein totale und noch mehr centrale Sonnenfinſterniſſe ſind auch für ein und denſelben Beobachtungsort ſehr ſeltene Himmelsbegebenheiten. Noch ſeltener ſind die genauen ringförmigen Sonnenfinſterniſſe. Im Jahre 1706 ereignete ſich am 12ten May faſt an den meiſten Orten Deutſchlandes eine totale Sonnenfinſterniß; in Paris hingegen war ſie nur 11zöllig, und das Licht der Sonne zeigte eine traurige blaſſe Farbe [α]). Von dieſer Sonnenfinſterniß führt **Wolf** [β]) an, daß man um die Mondſcheibe einen lichten Ring wahrgenommen habe, welcher nach der Mondſcheibe zu mehr Licht als von derſelben ab zu haben ſchien, und den man ſehr genau von dem Lichte der wieder hervortretenden Sonne habe unterſcheiden können. Am 22ten May 1724 ſahe man auch in Paris eine totale Sonnenfinſterniß, bey welcher die völlige Dunkelheit $2\frac{1}{2}$ Minuten dauerte, und wo Merkur und Venus ſichtbar wurden. So bald nur der erſte Theil der Sonne wieder entdecket wurde, ſo ſchien ſich auch die Dunkelheit wie ein lebhafter Bliß auf ein Mahl zu zerſtreuen [γ]). Im Jahre 1778 am 24ten Juni beobachtete auch **Don Ulloa** zwiſchen Cap Vincent und Tercera eine totale Sonnenfinſterniß mit Dauer, wobey er einen ähnlichen Ring wahrnahm, wie an der im Jahre 1706. Zugleich machte er aber auch noch folgende höchſt beſondere Beobachtung am Monde: ehe noch die Sonnenſcheibe hinter dem Monde hervorzugehen anfing, bemerkte man nahe am Rande des Mondes auf deſſen dunkler Scheibe ein lichtes Pünktchen vom Anfange ſo klein, daß man es weder mit bloßen Augen noch mit einem gemeinen Taſchenperſpektiv bemerken konnte; durch ein Fernrohr von $1\frac{1}{2}$ Fuß Länge konnte man es aber deutlich ſehen, und es ſchien völlig eben ſo,

α) Hiſtoire de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1706.
β) Elementa aſtronomiae. §. 454.
γ) Hiſtoire de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1724.

ſo, als wenn zwiſchen der dunkeln Mondſcheibe und dem Auge ein Sternchen von vierter Größe ſich zeigte. Nicht lange darauf wurde es größer, und ſein Wachsthum nahm zu bis zur Größe eines Sternes von zweyter Größe, in welchem Zuſtande man es wenigſtens ¼ Minuten lang ſah. Sein Licht glich nicht dem Lichte des Ringes, ſondern dem der Sonne in dem Augenblicke des anfangenden Austritts. Die übrigen Beobachter ſahen es ebenfalls und durch andere Fernröhre. **Don Ulloa** iſt ſehr geneigt zu glauben, daß es ein Loch durch den Mond geweſen ſey, und das Wachſen des Lichtes von dem dahinter weggehenden Sonnenrand hergerühret habe [α]). Dieſe Erſcheinung iſt allerdings merkwürdig, ſagt Herr Hofrath **Lichtenberg** [β]), da ſie ein Mann wie **Don Ulloa** beobachtet hat; allein es werden, wenn man nicht den totalen Sonnenfinſterniſſen mit Dauer eben ſo nachreiſet, wie den Durchgängen der Venus, Jahrhunderte verſtreichen, ehe die Beobachtung Beſtätigung oder Widerlegung erhält.

Obgleich immer mehr Sonnen- als Mondfinſterniſſe vorfallen, ſo ſind doch die Sonnenfinſterniſſe für einen gewiſſen Ort der Erde weit ſeltener, als die Mondfinſterniſſe, weil ſie mehrentheils nur auf einem geringen Theile der Erde ſichtbar ſind. **Dü Vaucel** [γ]) hat berechnet, daß von 1774 bis 1900 zu Paris 59 Sonnenfinſterniſſe ſichtbar ſind, unter welchem aber keine einzige total, und nur eine, nämlich die am 9ten Octob. 1847. daſelbſt ringförmig erſcheinen wird.

Ueberhaupt iſt von den Finſterniſſen noch folgendes allgemein zu merken. Ihre Berechnung ſo wohl der vergangenen als auch der zukünftigen wird nach den Sonnen- und Mondtafeln angezeiget und iſt mehr mühſam als ſchwer. **Lambert** hat dieſe Art Rechnungen durch ſeine im Jahre 1765 zu Berlin herausgegebene ecliptiſche Tafel erleichtert, indem man auf einem Kupferſtiche die Umſtände jeder Finſterniß

α) *Rozier* journal de phyſique. Avr. 1780. p. 319.
β) Erxleben Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft. p. 611.
γ) Mémoir. préſentés. Tom. V. p. 575.

ſterniß durch Abmeſſen beſtimmen kann. Vollſtändiger findet man dieſe Tafel im zweyten Theile ſeiner Beyträge zum Gebrauch der Mathematik. Aus dieſer lambertiſchen Tafel erhellet ſogleich durch den bloßen Augenſchein, daß die Anzahl der Finſterniſſe in einem Jahre aufs höchſte bis 7 gehen, und daß dieſe im Januar, Juli und December eintreffen. In einem jeden Jahre müſſen aufs wenigſte zwey Sonnenfinſterniſſe einfallen, weil die Sonne alle Mahl nach Verlauf von ſechs Monathen in der Nachbarſchaft der Mondknoten kömmt. Je größer die Sonnen- oder Erdfinſterniſſe in einem Jahre ſind, deſto kleiner werden die Mondfinſterniſſe. Die Neumonde, welche vor und nach einer totalen Mondfinſterniß vorfallen, bringen gemeiniglich Sonnenfinſterniſſe mit. Fallen hingegen centrale Sonnenfinſterniſſe ein, ſo ſind die Vollmonde vor und nachher ohne Mondfinſterniß.

In den aſtronomiſchen Kalendern und Ephemeriden findet man die Finſterniſſe für ein jedes Jahr mit ihren Umſtänden genau berechnet, wie z. B. im berliner Jahrbuche.

Herr **du Sejour** [α]) hat die Berechnung der Finſterniſſe durch Einführung analytiſcher Formeln ungemein erleichtert. Beyſpiele ſolcher Berechnungen findet man bey **Scheibel** [β]) und **Rüdiger** [γ]).

Alle Himmelsbegebenheiten erfolgen nach gewiſſen unveränderlichen Geſetzen, und kehren nach gewiſſen Zeiträumen wieder, ſo daß ſie alsdann eben ſo wie zu Anfange des noch nicht verfloſſenen Zeitraumes wahrgenommen werden. Weil vermöge aſtronomiſcher Beobachtungen die Mondknoten jährlich

α) Recherches ſur la gnomonique etc. 1761. und noch mehr im traité analytique des mouvements apparens des corps céleſtes. Paris 1786. 1789. Tomi II. Tom. I. L. I. ch. 1. Lib. III. ch. 2.

β) Dionis du Sejour analytiſche Abhandlung von den Sonnenfinſterniſſen, aus deſſen recherches ſur la gnomon. überſ. mit Anmerk. und Anwendung auf die Sonnenfinſterniß den 5. Sept. 1793 Bresl. 1793. 8.

γ) Darſtellung der neuen Methode des Herrn du Sejour, Sonnen- und Mondfinſterniſſe für einen gegebenen Ort analytiſch zu berechnen, nebſt einem Entwurf der Sonnenfinſterniß den 31. Jan. 1794. nach Lambert. Leipz. 1794. 8.

ſich um 19° zurückgehen, und die Neu- und Vollmonde im folgenden Jahre bey einem gleichen Knoten um 11 Tage früher anlangen, indem 12 Mondenmonathe 354 Tage ausmachen, ſo müſſen ſich diejenigen Finſterniſſe, welche in dieſem Jahre anſehnlich geweſen ſind, in künftigem um 11 Tage eher, wiewohl mit einer veränderlichen Größe zeigen. Wäre nämlich in dieſem Jahre eine centrale Finſterniß geweſen, ſo wird nun im folgenden Jahre darauf der Neu- oder Vollmond 8° vom Knoten entfernet ſeyn, und abermahls eine Finſterniß, wiewohl von geringerer Größe, ſich ereignen. Im folgenden Jahre darauf iſt die Entfernung vom Knoten 16°, daher die Mondfinſterniß ganz wegfällt, die Sonnenfinſterniß aber noch möglich bleibt.

Eine vorzüglich merkwürdige Periode der Rückkehr der Finſterniſſe iſt die **halleyſche** oder **plinianiſche** von 223 Mondenmonathen oder 6585⅓ Tagen, welche 18 Jahre und 11 Tage, oder, wenn in dieſen 18 Jahren 5 Schaltjahre fallen, 10 Tage und 8 Stunden ausmachen. Während dieſer Zeit ſind die Mondsknoten, welche jährlich 19° 19′ zurückgehen, etwa um 349° 20′ fortgegangen, mithin noch 10° 40′ vorwärts von ihrer Stelle im Anfange der Periode entfernet. Die Sonne ſelbſt hat 18 Umläufe vollendet, und in den 11 Tagen noch etwa 10° 40′ vorwärts zurückgeleget; mithin ſteht ſie gegen den gleich weit fortgerückten Mondsknoten faſt eben ſo, wie im Anfange der Periode. Es muß daher am Ende der Periode wieder eine Finſterniß erfolgen, wenn eine im Anfange derſelben Statt fand, weil der Mond, die Mondsknoten und die Sonne eben die Stellung haben. Dieſe Periode iſt ſchon den Chaldäern unter dem Nahmen **Saros** bekannt geweſen. **Ptolemäus** *) führt aus dem **Hipparch** an, daß die alten Aſtronomen dieſe Periode erfunden hätten; um aber volle Tage zu haben, hätten ſie die Zahl 6585⅓ mit 3 multiplicirt, woher die Periode von 669 Mondenmonathen als 19756 Tagen entſtanden ſey. Daß nun

*) Almageſtum. Lib. IV. c. 29.

nun dieſe Periode von 669 Mondenmonathen chaldäiſchen Urſprungs ſey, findet man beym **Geminus** [α]) mit ausdrücklichen Worten erwähnet. Ueberdem führt auch **Suidas** in ſeinem Lexico unter dem Artikel Σάρος nach der Berichtigung des **Pearſon** [β]) folgende überſetzte Worte an: *Sari* menſura apud Chaldaeos, etenim 120 Sari conſtituunt 2222 annos iuxta Chaldaeorum calculum; nempe *Saros* conſtat ex 222 menſibus lunaribus, qui ſunt 18 anni cum ſex menſibus. **Halley** [γ]) zeigt aber, daß die Angabe 222 fehlerhaft ſey, und 223 heißen müſſe. Es erhellet alſo doch wenigſtens hieraus, daß dieſe Periode den Chaldäern wirklich bekannt geweſen iſt. Auch **Plinius** [δ]) erwähnet dieſer Periode mit folgenden Worten: defectus ſolis et lunae ducentis viginti tribus menſibus redire in ſuos orbes certum eſt, welche Stelle verſchiedene Manuſcripte beſtätigen [ε]).

Ein Gleiches geſchiehet mit immer mehr Genauigkeit nach Verlauf der Perioden von 716, 3087, 6890, 9977 u. ſ. Neumonden.

Bald nach Erfindung der Fernröhre entdeckte man bey dem Planeten Jupiter vier kleine Sternchen, welche vermöge genauer Beobachtungen um den Jupiter in verſchiedenen Entfernungen herumlaufen, von der Sonne ihr Licht erhalten, als Begleiter des Jupiters zugleich mit um die Sonne geführet werden, und eben daher auch **Jupitersmonde** oder **Jupiterstrabanten** heißen. Auch beym Saturn hat man bereits ſieben Begleiter unter dem Nahmen **Saturnusmonde** oder **Saturnustrabanten**, und beym Uranus ſechs **Uranusmonde** entdecket. Kommen nun dieſe Trabanten in den Schatten ihrer Hauptplaneten, ſo müſſen ſich natürlich **Trabantenverfinſterungen** ereignen (eclipſes ſatelli-

α) Elementa aſtronom. cap. 15.
β) Expoſ. ſymbol. apoſtol. Lond. 1683. fol. 59.
γ) Philoſoph. transact. n. 194. an. 1691. p. 535. acta Lipſ. 1692. p. 529.
δ) Hiſtoria naturalis. Lib. II. cap. 13.
ε) *Weidleri* hiſtoria aſtronomiae. cap. III. §. XVIII.

ſatellitum, éclipſes des ſatellites). Dieß ſind alsdann Mondfinſterniſſe in den Hauptplaneten.

Die Jupitersmonde laufen um den Jupiter ſehr ſchnell herum, die Ebenen ihrer Bahnen ſind gegen die Ebenen der Jupitersbahn und der Ecliptik unter ſehr kleinen Winkeln geneigt, und ihre Größe iſt gegen die Größe des Jupiters, und gegen den Durchmeſſer des Schattens ſehr gering. Daher kömmt es, daß bey jedem Umlaufe die Jupitersmonde den Schatten des Hauptplaneten Jupiters durchſchneiden müſſen, daher die Verfinſterungen derſelben ſehr oft vorfallen, welches wir auch mit Fernröhren auf unſerer Erde bemerken können. Gehen hingegen die Trabanten zur Zeit ihrer untern Conjunktion zwiſchen dem Jupiter und der Sonne hindurch, ſo können ſie ihren Schatten auf die Oberfläche ihres Hauptplaneten werfen, und Sonnenfinſterniſſe auf demſelben verurſachen, welches ſich auch zuweilen beobachten läßt, wobey die Schatten der Trabanten als dunkele runde Flecken über der Scheibe des Jupiters hinwegrücken.

Wenn die Erde zur Zeit der Conjunktion oder Oppoſition des Jupiters mit der Sonne (fig. 77.) in c oder f ſteht, ſo liegt für uns der Schatten des Jupiters gerade hinter ihm, und man ſieht einige Tage nach einander ſo wenig den Eintritt (immerſion) als den Austritt (emerſion) der Trabanten in und aus dem Schatten. Je weiter die Erde von b nach c rückt, und Jupiter in den Frühſtunden ſichtbar wird, je mehr ragt der Schatten an der rechten oder Weſtſeite hervor. In b, wenn Jupiter um 6 Uhr Morgens culminiret, iſt dieß am merklichſten. Läuft die Erde von b bis f, ſo rückt der Schatten wieder nach und nach hinter Jupiter. In f ſelbſt, wo Jupiter mit der Sonne in Oppoſition iſt, und um Mitternacht culminiret, ſieht man abermahls weder Eintritt noch Austritt. Wenn die Erde aber gegen a kömmt, ſo fängt ſich nun an der Schatten linker Hand oder oſtwärts am Jupiter zu zeigen, daß alſo jetzt bloß die Austritte der Monde bey m ſichtbar ſind. Am merklichſten wird dieß in

in a, wo Jupiter um 6 Uhr Abends culminiret. Läuft endlich die Erde von a nach c, ſo kömmt der Schatten wieder hinter den Planeten. In c iſt nun Jupiter mit der Sonne in Conjunktion, und verſchwindet in den Sonnenſtrahlen. Hieraus folgt alſo, daß man von der Conjunktion bis zur Oppoſition des Jupiters mit der Sonne nur die Eintritte, und von der Oppoſition bis wieder zur Conjunktion nur die Austritte ſehen könne. Dieß findet wenigſtens für den erſten und zweyten Jupitersmond Statt. Von dem dritten und vierten Jupitersmonde hingegen, als welche vom Jupiter weiter entfernet ſind, werden vorzüglich bey b und a die Eintritte und Austritte geſehen, und in gewiſſen Lagen gegen die Ecliptik ſieht man dieſelben ſogar um c und f, wobey der Schatten ſowohl als der Mond oberhalb oder unterhalb des Jupiters zu ſtehen ſcheinet.

Man kann die Verfinſterungen der Jupitersmonde mit Hülfe des ſo genannten **Jovilabiums** leicht vorher wiſſen, und alsdann die nähern Umſtände aus den Tafeln über die Bewegung der Jupitersmonde mit geringer Mühe berechnen, welche vorzüglich **Wargentin** genau geliefert hat, und die ſich in der berliner Sammlung aſtronomiſcher Tafeln befinden. In den aſtronomiſchen Kalendern und Ephemeriden ſind ſie auch ſchon zu größerer Bequemlichkeit der Aſtronomen berechnet worden. Weil die Verfinſterungen der Jupitersmonde allen Orten der Erde zu gleicher Zeit und auf gleiche Weiſe erſcheinen, ſo dienen ſie vorzüglich zur richtigen Beſtimmung der geographiſchen Länge der Oerter auf der Erdoberfläche. M. ſ. **Länge, geographiſche.** Bey der Beobachtung einer ſolchen Finſterniß ſollte man jederzeit die Beſchaffenheit des Fernrohres angeben, womit ſie angeſtellet worden, weil ein längeres, das mehr vergrößert, die Eintritte ſpäter und die Austritte eher anzeigt. Nach des **De l'Isle** *) Erfahrungen hat dieſer Unterſchied bey Fernröhren von $20\frac{1}{2}$ und von 15 Fuß zuweilen 6 bis 7 Sekunden betragen. Selbſt kömmt es hierbey auf Jupiters Höhe an,

*) Commentat. Acad. Petropolit. T. I. p. 472.

nachdem nämlich das Licht des Trabanten von der Luft, durch welche es gehen muß, mehr oder weniger geſchwächt wird. Wie man die Jupiterstrabanten und auch die Mondfinſterniſſe, ohne daß dieſe Verſchiedenheit der Fernröhre viel ſchadet, und ſicherer als bisher zu Beſtimmung der Längen zu gebrauchen ſind, zeiget P. Hell *).

Firmament, Feſte des Himmels, Gewölbe des Himmels (firmamentum, coelum, firmament). Dieſen Nahmen gibt man dem ſcheinbaren Gewölbe des blauen Himmels, welches gleichſam vom Erdhorizonte unterſtützt, und an ſelbigem das zahlloſe Heer der Sterne angeheftet zu ſeyn ſcheinet. Die Sternkunde lehret aber, daß alles dieß nur Schein iſt, indem unſer Geſicht die betrachteten Objekte nur bis auf eine gewiſſe Weite ſchätzt, und diejenigen, welche über ſelbige hinausliegen, in dieſe Grenze des Sehens gleichſam ſetzt, ſo daß ſie ihm alle gleich weit entfernt zu ſeyn ſcheinen. Daher wird auch das ſcheinbare Himmelsgewölbe als eine halbe Hohlkugel in der Sternkunde betrachtet.

Fiſchbeinhygrometer, ſ. **Hygrometer.**

Fiſche, elektriſche, ſ. **Zitterfiſche.**

Fix (fixum, fixe). Dieſes Wort wird in einer doppelten Bedeutung genommen. Zuerſt verſteht man darunter ſo viel, als **latent** oder **gebunden**, mit der Materie eines Körpers vereiniget, wie z. B. der Wärmeſtoff mit dem Waſſer. Alsdann bedeutet es aber auch eben ſo viel, als feuerbeſtändig. M. ſ. **Feuerbeſtändig.**

Fixe Luft, ſ. **Gas, mephitiſches.**

Fixſterne (ſtellae fixae, étoiles, étoiles fixes) heißen diejenigen unzählbaren Sterne, welche man bey heiterer Nacht am gewölbten Himmel ſieht, und beſtändig einerley Lage gegen einander und einerley Entfernung von einander behalten. Dieſen Fixſternen werden die Irrſterne oder Planeten entgegengeſetzet, welche nicht einerley Stellung gegen die Fixſterne behalten, ſondern ſie täglich ändern.

*) Ephemerides aſtronom. an. 1764. p. 188.

Die Fixſterne, ſind theils in Anſehung ihrer Größe, theils aber auch in Anſehung der Stärke des Lichtes verſchieden. Dieß hat den Aſtronomen Gelegenheit gegeben, die Fixſterne in folgende Ordnungen einzutheilen, daß man einige **von erſter**, andere von **zweyter**, **dritter**, **vierter**, **fünfter** und **ſechster**, auch wohl von **ſiebenter** und **achter Größe** geſetzet hat. Dieſe Eintheilung der Fixſterne iſt eigentlich vielen Schwierigkeiten ausgeſetzet, indem die wahre Beſtimmung der Größe, welche zu jeder Ordnung erfordert wird, gar nicht genau angegeben werden kann. Daher kömmt es auch, daß nicht alle Aſtronomen in Anſehung der Anzahl der Sterne der erſten, zweyten, dritten u. ſ. Größe übereinkommen, und daß ſie einige Sterne zur erſten Größe rechnen, welche andere zur zweyten Claſſe zählen. **Kepler** ſuchte durch Hülſe der Erfahrung einer jeden Ordnung Beſtimmtheit zu geben, und rechnete diejenigen Sterne zur erſten Ordnung, welche geſehen werden, wenn die Sonne 12° unter dem Horizonte ſtehet, hingegen Sterne von zweyter Ordnung, wenn die Sonne 13°, von dritter Größe, 14°, von vierter Größe, 15°, von fünfter Größe, 16°, und von ſechster Größe, 17° unter dem Horizonte verborgen ſey. Noch kleinere Sterne von verſchiedener Größe werden erſt durch Ferngläſer entdecket, und heißen **teleſkopiſche Sterne**. Auch nimmt man am Himmel hier und da kleine weiße Wölkchen gewahr, wo dergleichen teleſkopiſche Sterne trippelweiſe zuſammenſtehen, und **Nebelſterne** genannt werden. Selbſt die ſo genannte **Milchſtraße** begreift eine unzählige Menge dergleichen Sterne. Hiervon mit mehreren unter den Artikeln **Milchſtraße** und **Nebelſterne**. Viele von den Fixſternen hat man ſchon vor Alters mit beſondern Nahmen benannt, ja man hat ſich gewiſſe Stücke an der ſcheinbaren Himmelskugel, welche mehrere Fixſterne enthalten, unter mancherley Figuren vorgeſtellet, und ihnen davon Nahmen gegeben, welche ſich theils auf wahre Geſchichten, theils auf Fabeln der alten Dichter beziehen, wovon unter dem Artikel **Sternbilder**.

Gewöhn-

Gewöhnlich rechnet man nicht mehr als 15 Sterne zu den Sternen von erſter Größe. Vier davon ſtehen im Thierkreiſe: **Aldebaran** oder das ſüdliche Auge des Stiers, **Regulus** oder das Herz des Löwen, **Azimech** auch **Spica** oder die **Kornähre** in der Jungfrau und **Antares** oder das Herz des Scorpions; drey befinden ſich in der nördlichen Halbkugel des Himmels: **Arkturus** im Saum des Bootes, **Alhajoth** oder **Capella** oder **Ziege** am Rücken des Fuhrmanns und **Wega** oder **Lyra** an der Leyer. Die ſüdliche Halbkugel enthält 8 Sterne erſter Größe; **Beteigeuze** an der öſtlichen Schulter des Orions, **Rigel** an deſſen Fuß, **Acarnar** am ſüdlichen Ende des Eridanfluſſes, **Sirius** oder der **Hundsſtern** im großen Hunde, **Procyon** im kleinen Hunde, **Fomahand** am Maul des ſüdlichen Fiſches, **Canopus** im Schiff Argo, und einem im Centaur. Verſchiedene Aſtronomen rechnen noch zu den Sternen von erſter Größe den Löwenſchwanz, **Deneb** am Schwanz des Schwans, **Alphard** das Herz der großen Waſſerſchlange und **Athair** am Halſe des Adlers.

Es wird allgemein angenommen, daß die Fixſterne auch bey den ſtärkſten Vergrößerungen der Fernröhre um nichts größer geſehen werden, ſondern im Gegentheile wegen der Abſonderung der falſchen Strahlen kleiner durch ſelbige erſcheinen. Durch Beobachtungen der Bedeckungen von einigen Fixſternen erſter Größe vom Monde haben die Aſtronomen gefunden, daß ihr ſcheinbarer Durchmeſſer keine Sekunde austragen könne. Von dieſen unmerklichen Durchmeſſern und gleichwohl ſtarkem Glanze der Fixſterne entſtehet vermittelſt der Beſchaffenheit unſerer Atmosphäre das Funkeln oder Blinkern derſelben. Es werden nämlich die Lichtſtrahlen in der Atmosphäre der Erde verſchiedentlich gebrochen, und leiden wegen der in der Luft beſtändig ſich bewegenden Dünſte alle Augenblicke andere Brechungen, wodurch wegen ihrer ungemein geringen Durchmeſſer die Sterne ſelbſt als in einer beſtändig zitternden Bewegung erſcheinen. Aus dieſer Urſache wird auch das Funkeln der Sterne niedrig am

Himmel ſtärker, als in anſehnlichen Höhen über dem Horizonte bemerket. Gegen dieſe allgemein anerkannte Wahrheit bemerket doch Herr **Henry Uſher** *), daß bey ſehr ſtarken Vergrößerungen die Fixſterne allerdings rund wie die Planeten ſich zeigten. So ſahe **Uſher** den Stern ϑ von 4ter Größe im Bootes $2\frac{1}{2}$ Stunden vor der Sonne im Mittagsfernrohre bey 600 facher Vergrößerung und verminderter Oeffnung ganz rund; bey ſtarker Verminderung der Oeffnung nimmt er den Polarſtern ſo deutlich rund und breit wahr, daß der Antritt der Ränder an jeder Kante der Fäden zu unterſcheiden iſt. Herr **Käſtner** urtheilet, daß dieſe Sache noch Unterſuchung verdiene, da man bey ſtarker Vergrößerung Undeutlichkeit, und bey verminderter Oeffnung Beugung des Lichtes im Verdacht haben könne.

Was die Entfernung der Fixſterne von unſerer Erde anlangt, ſo muß dieſe erſtaunend groß ſeyn, und für uns eigentlich gar nicht zu beſtimmen. Die Erde umläuft die Sonne in einer kreisähnlichen Bahn, deren Durchmeſſer über 40 Millionen Meilen beträgt, ſo daß wir zu gewiſſen Zeiten verſchiedenen Sternen 40 Millionen Meilen näher, zu andern Zeiten aber 40 Millionen weiter davon entfernet ſind, deſſen ungeachtet erſcheinen uns dieſe Himmelskörper zu allen Zeiten des Jahres in einer gleichen Größe, und behalten eine unveränderliche Lage gegen einander. Daraus folgt alſo, daß der Durchmeſſer der Erdbahn gegen ihre Entfernung von der Erde gar kein merkliches Verhältniß habe, oder daß die jährliche Parallaxe der Erdbahn bey den Fixſternen gar nicht zu bemerken ſey. Nähme man an, daß die Parallaxe nur 1 Sekunde betrüge, ſo würde man die Entfernung wenigſtens $207900 \times 23984 = 4986273600$0 Erdhalbmeſſer finden; allein da ſie nicht ein Mahl eine Sekunde beträgt, und für uns überhaupt ganz unmerklich iſt, ſo muß die Entfernung auch des größten Fixſternes von der Erde

*) Transact. of the Royal Iriſh Academy. Tom. II. Dublin. 1788. 4. art. 5.

Erde gar viel größer ſeyn, und überhaupt für uns gar nicht anzugeben möglich.

Huygens *) verſuchte, die Entfernung des Sirius oder des Hundsſterns daraus einiger Maßen zu ſchätzen, daß er ihn mit der Größe und Lichtſtärke der Sonne verglich. Er betrachtete nämlich durch eine 12 Zoll lange Röhre die Sonne, welche an dem einen Ende, das nach der Sonne gekehret war, eine kleine runde Oeffnung von $\frac{1}{12}$ Linien im Durchſchnitte, und an dem andern ein kleines mikroſkopiſches Glaskügelchen, deſſen Halbmeſſer = $\frac{1}{24}$ Linien war, beſaß. Hiermit konnte er den 27664 Theil der Sonne überſehen, als er ſich, um alles fremde Licht abzuhalten, überall verhüllte, ſchien ihm dieſer Theil der Sonne dem Sirius zur Nachtzeit an Größe und Licht gleich zu kommen, und daraus folgerte **Huygens**, daß wenn Sirius die Größe der Sonne hätte, er 27664 Mahl weiter als dieſelbe von der Erde entfernet ſeyn müſſe. Allein es iſt ganz offenbar, daß dieſe Entfernung viel zu gering iſt, indem man an ſelbigem alsdann eine Parallaxe von wenigſtens einigen Sekunden beobachten müßte. **Bradley** aber, welcher bey ſeinen außerordentlich feinen Beobachtungen, durch welche er die Aberration des Lichtes entdeckte, Achtung gab, verſichert, daß er eine Parallaxe an den Fixſternen würde bemerket haben, wenn dieſe eine Sekunde austrage. Nachher ſind noch von verſchiedenen Aſtronomen ſehr genaue Beobachtungen über die Parallaxe des Sirius, wiewohl ganz ohne den gehofften Erfolg, angeſtellet worden. Da nun dieſer helleſte Stern unter allen Fixſternen keine merkliche Parallaxe hat, ſo ſcheine es eine ganz eitle Bemühung zu ſeyn, die Entfernungen der Fixſterne von unſerer Erde beſtimmen zu wollen.

Aus den ungeheueren Entfernungen der Fixſterne läßt ſich einſehen, warum ſelbſt die Sterne von erſter Größe mit den vollkommenſten Fernröhren betrachtet bloß als leuchtende Punkte wahrgenommen werden, und nach verſchiedentlich

*) Cosmotheorus. Hag. 1698. 4. L. II. p. 135.

lich angeſtellten Beobachtungen im ſcheinbaren Durchmeſſer ſelbſt keine Sekunde betragen. Dennoch aber läßt ſich leicht zeigen, daß die wahre Größe der Fixſterne ſehr anſehnlich ſeyn muß, ob wir gleich wegen der uns nicht bekannten Parallaxe und der ſcheinbaren Durchmeſſer etwas genaues zu beſtimmen nicht im Stande ſind.

Da nun die Fixſterne bey ihren ganz unmerklichen ſcheinbaren Durchmeſſern und erſtaunlichen Entfernungen von der Erde dennoch ein ſehr lebhaftes Licht geben, welches ſich von dem geborgten Sonnenlicht, womit die Planeten leuchten, ſo auffallend unterſcheidet, ſo iſt es gewiß, daß die Fixſterne ihren Schein ſo wenig von unſerer Sonne als von andern Himmelskörpern entlehnen, ſondern mit ihrem eigenen Lichte glänzen oder daß ſie unſerer Sonne ganz ähnliche Körper ſeyn müſſen. Aller Wahrſcheinlichkeit nach iſt eine jede von dieſen Sonnen mit Planeten umgeben, welche von ihr erwärmet und erleuchtet werden, welche von dem allweiſen Schöpfer zu Zwecken beſtimmt ſind. Vergleichet man mit dieſer Vorſtellung die unzählbare Menge von Fixſternen, welche man nur mit bloßen Augen bemerken kann, ſo muß man ſchon erſtaunen, über den weiten Umfang, den alle dieſe erſchaffene Weltkörper einnehmen. Allein wie ſehr viel mehr zeigen nicht die Fernröhre? Schon **Huygens** zählte durch dieſelben allein im Siebengeſtirn 40, in dem Nebelſtern des Krebſes oder der Krippe 36 und um den Gürtel und Schwert des Orions über 2000 Sterne. Faſt alle Nebelſterne, die mit bloßen Augen ſich als kleine Wölkchen hier und da zeigen, erſcheinen durch Fernröhre als zahlreiche Sammlungen kleiner nahe zuſammenſtehender Sterne. Endlich häufen ſich die Sterne in der Milchſtraße überall zu Millionen, ſo daß wir auch den Lichtſchimmer dieſer Himmelszone von dem vereinigten Glanze unzählbarer Sterne größtentheils herleiten können, deren ſich immer mehrere dem Fernrohre darſtellen, je vollkommener es iſt. Gewiß unſere Eingeſchränktheit vermag die Vorſtellung gar nicht

mehr zu faſſen, wie unermeßlich weit der Umfang des Welt-alls ſich erſtrecket.

Ob nun gleich alle Fixſterne ihre Lage gegen einander gar nicht merklich zu ändern ſcheinen, und eben daher auch ihren Nahmen erhalten haben, ſo nimmt man an ihnen doch gewiſſe Bewegungen wahr. Beym erſten Anblick des geſtirnten Himmels wird man gar bald bemerken, daß gegen Norden, etwa 50 Grade über dem Horizonte, ein ziemlich kenntlicher Fixſtern ſich befindet, der **Polarſtern** genannt wird, und ſeine Stelle nie merklich verändert, man mag ſelbigen zu einer Jahreszeit und zu einer Stunde in der Nacht betrachten wenn man will. Alle übrige Fixſterne aber ſind von dieſem Polarſtern in jeder Lage gleichweit entfernet, und es ſcheint, als ob ſich die ganze Himmelskugel um eine Axe drehete, deren eine Pol mit dem Polarſtern über dem Horizonte einerley Stelle hat, oder doch wenigſtens ſehr nahe dabey iſt. Es ſcheinen daher alle Sterne am Himmel Kreiſe (**Tagekreiſe**) zu beſchreiben, welche unter ſich parallel, und gegen den Polarſtern zu immer kleiner ſind. Die Alten waren der Meinung, daß dieſe Bewegung der ganzen ſcheinbaren Himmelsſphäre wirklich ſey, und unſere Erde völlig im Mittelpunkte ruhe. Allein die neuere Aſtronomie hat mit Gewißheit das Gegentheil gezeiget und gelehret, daß dieſe Bewegung der Fixſterne nur ſcheinbar ſey, und ihren Grund in der täglichen Umdrehung der Erde um ihre Achſe habe.

Eine andere Bewegung nimmt man an den Fixſternen wahr, indem es ſcheinet, als ob alle gemeinſchaftlich in mit der Ecliptik parallel laufenden Kreiſen von Abend gegen Morgen wiewohl ſehr langſam fortrückten und ſich folglich um die Pole der Ecliptik bewegten. Daraus entſtehet eine beſtändige Zunahme ihrer Länge oder Entfernung von den Punkten der Tag- und Nachtgleichungen, welches ſchon **Hipparch** bemerkte, als er ſeine Beobachtungen mit den ältern des **Timocharis** verglich. Es ſcheint daher die Ecliptik mit allen Sternen einerley Lage zu behalten, der

Frühlingspunkt aber der Ordnung der Zeichen jährlich um 50,3″ entgegen zu rücken. Hiernach müßten alſo die Fixſterne einen Umlauf um die Pole der Ecliptik nach 25720 Jahren vollendet haben. Aber auch dieſe Bewegung der Fixſterne iſt ſcheinbar, und rührt von einem Fortrücken der Aequinoctialpunkte her, wovon mit mehreren unter dem Artikel **Verrückung der Nachtgleichen.**

Noch eine andere ſcheinbare Bewegung der Fixſterne, welche darin beſteht, daß ſie in einer elliptiſchen Bahn fortrücken, deren Axe 40 Sekunden ausmacht, iſt bereits unter dem Artikel **Abirrung des Lichtes** angeführet worden. Durch das Wanken der Erdaxe wird auch veranlaſſet, daß die Fixſterne in 18 Jahren und 8 Monathen kleine Kreiſe von 18 Sekunden Durchmeſſer durchlaufen. M. ſ. **Wanken der Erdaxe.** Durch die Veränderungen der Schiefe der Ecliptik (m. ſ. **Schiefe der Ecliptik**) erleiden auch die Breiten aller Fixſterne eine Veränderung.

Außer dieſen ſcheinbaren Bewegungen der Fixſterne hat man auch an den Fixſternen ganz eigene, wiewohl langſame Bewegungen wahrgenommen. **Halley** [α]) war der erſte, welcher von einigen großen Fixſternen, dem Aldebaran, Arktur und Sirius, eigene Bewegungen geſchloſſen hat, da er ältere Angaben ihrer Stellen mit neuern verglichen. Dergleichen Beobachtungen ſind von **Caſſini, Richer, le Monnier** und **Bradley** fortgeſetzet worden, und dieſe fanden bey der Vergleichung ihrer eigenen Beobachtungen mit den von **Picard, de la Hire, Tycho de Brahe** und **Flamſtead** angeſtellten, daß Arktur binnen 66 Jahren um 2½ Minuten nach Süden fortrücke, hingegen dieſe Bewegung beym **Sirius** ſeit Tycho's Zeiten erſt zwey Minuten betrage. Auch an den Sternen **Regulus, Capella, Rigel, Beteigeuze** und **Athair** fand **Caſſini** ebenfalls eigene Bewegungen. Und **Tobias Mayer** [β]) gibt ein

Verzeich-

α) Philoſoph. transact. 1718. n. 355.

β) De motu fixarum proprio in Tob. Mayeri opp. ined. cura *G. C. Lichtenberg*. Goett. 1775. 4. maj. Vol. I. n. 6.

Verzeichniß von mehr als 70 Sternen an, von welchen ſich aus Vergleichung ſeiner eigenen Beobachtungen mit ältern ſchließen läßt, daß ſie eine eigene Bewegung beſitzen. Um hierin noch mehrere Gewißheit zu haben, hat man durch Hülfe der Mikrometer die gegenſeitigen Lagen von denjenigen Sternen, welche nahe bey einander erſcheinen, daß man ſie in einem Fernrohre zugleich oder bald nach einander ſieht, verglichen und Aenderungen derſelben gefunden, ſo daß man daraus auf eigene Bewegungen der Fixſterne ſchließen konnte. Der kurpfälziſche Aſtronom, Herr **Chriſtian Mayer**, und ſeine Gehülfe, Herr **Johann Metzger**, haben hierin beſonders viel geleiſtet, kleinere, oft nur ſehr vorzüglichen Fernröhren kenntliche in veränderlichen Lagen wahrgenommen. **Mayer** aber ließ ſich verleiten, dieſe kleinen Sternchen als Begleiter oder Trabanten der größern Fixſterne, ja ſie ſogar als Planeten derſelben, oder als dunkele Körper, welche ihr Licht von den Fixſternen erhalten, zu betrachten. Allein dieſer Behauptung wurde von den Aſtronomen widerſprochen, wogegen ſich **Mayer** zu vertheidigen ſuchte [α]). Endlich wurde **Mayers** Vorgeben, daß die kleinern Fixſterne als Planeten von den größern zu betrachten wären, vom Herrn **Fuß** in Petersburg ſehr gründlich widerleget [β]).

Herr **Herſchel** [γ]) hat zu dieſer Abſicht auch die Beobachtung der ſo genannten Doppelſterne empfohlen, wovon einige ſo nahe an einander ſtehen, daß ſie nur durch ſtarke Vergrößerung unterſchieden werden können. Würde man dergleichen Sterne in Anſehung ihrer Entfernung von einander oder auch in Anſehung ihrer Vergrößerung, welche ſie

α) Vertheidigung neuer Beobachtungen von Fixſterntrabanten. Mannheim 1778. gr. 8. ej. de nouis in coelo ſidereo phaenomenis, in miris ſtellarum fixarum comitibus; in comment. Acad. Theodoro-Palatinae Vol. IV. phyſic. 1780. p. 259.

β) Betrachtungen über die Fixſterntrabanten vom Herrn Prof. Fuß a. d. Franz.; in Bodens aſtronom. Jahrb. für 1785.

γ) On the parallaxe of fixed ſtars; a Catalogue of double ſtars etc. in den Philoſoph. transact. Vol. LXXII. art. 11-14.

ſie unterſcheidet, ganz verändert wahrnehmen, ſo wäre dieß ein Zeichen ihrer relativen Bewegung gegen einander. Nachher fingen ſo wohl **Herſchel** [α]) als auch **Prevoſt** [β]) an, dieſe eigenen Bewegungen der Fixſterne als eine, wenigſtens zum Theil ſcheinbare Bewegung zu betrachten. Nach ihrer Meinung glaubten ſie, in den bisher dieſerwegen angeſtellten Beobachtungen gefunden zu haben, daß die Fixſterne nach einer Gegend des Himmels zu mehr aus einander nach der entgegengeſetzten aber mehr zuſammenrückten. Nach dieſer Behauptung ſchiene ſich alſo ſowohl unſere Sonne als auch alle zum Sonnenſyſtem gehörige Planeten und Kometen nach einer Gegend des Himmels zu fortzubewegen, und von der entgegengeſetzten zu entfernen. Nach Herr **Herſchel** richtet ſich dieſe Bewegung auf den Stern λ im Herkules, nach Herr **Prevoſt** aber auf die nördliche Krone zu. Von dieſen Muthmaßungen findet man einige Nachrichten im berliner aſtronomiſchen Jahrbuche vom Jahre 1786.

Maskelyne [γ]) hat 35 Sterne angegeben, an welchen er eigene Bewegungen beobachtet hat. Unter dieſen Sternen befinden ſich 29, deren eigene Bewegung ſo ſtark iſt, daß man darüber gar nicht zweifeln kann. Unter dieſen 29 ſind wiederum 22, deren Bewegung ſich erklären läßt, wenn man mit Herrn **Herſchel** annimmt, daß ſich unſer Sonnenſyſtem nach dem Stern λ im Herkules zu bewege. Die größten Sterne, wie Sirius und Arktur, zeigen die ſtärkſte Bewegung. Arktur aber noch mehr, weil er gegen die Linie, nach welcher die Bewegung gehet, eine vortheilhafte Lage hat, ſie zu zeigen. Der Stern λ vierter Größe in den Fiſchen liegt unter allen beobachteten Sternen dazu am vortheilhafteſten, und zeigt daher eine ſtarke Bewegung. In dem Zwillingsgeſtirne ſind die beyden Sterne **Caſtor** und **Pollux** an Größe und Lage ſo gleich, daß man glauben ſollte,

α) On the proper motion of the ſun on ſolar ſyſtem; in den Philoſ. transact. Vol. LXXIII.

β) Mém. lus à l'Acad. des ſcienc. de Berlin en Juil. et en ſeptem. 1783. à Berl. 4.

γ) Connoiſſance des tems. 1792. p. 271.

ſollte, ſie müßten einerley Bewegung zeigen, und doch zeigt **Pollux** eine weit ſtärkere. Allein **Caſtor** iſt ein Doppelſtern aus zwey kleinern, welche allem Vermuthen nach viel weiter liegen, mithin bey der Bewegung unſeres Syſtems weniger Parallaxe zeigen. Alle dieſe Umſtände machen dieſe vermuthete Bewegung ſehr wahrſcheinlich.

Man hat auch am Himmel ſolche Sterne geſehen, welche unvermuthet erſcheinen, aber auch allmählig verſchwinden, und nachher nicht weiter bemerket werden. Die Aſtronomen nennen ſie **neue Sterne**. Die Anzahl ſolcher Sterne, welche bisher erſchienen ſind, iſt ſehr geringe. Es werden verſchiedene dergleichen von **Riccioli** [α]) angegeben; er rechnet aber theils ſolche Sterne mit hierher, welche entweder zu Kometen oder doch ſonſt zu andern Sternen gehören, theils auch ſolche, von welchen man nach ſeinem eigenen Geſtändniſſe nicht weiß, ob ſie je ſind geſehen worden. Vorzüglich finden folgende beyde neue Sterne einer Erwähnung. Der eine zeigte ſich im November des 1572ten Jahres auf ein Mahl in dem Stuhle der Caſſiopea mit einem Glanze, welcher das Licht des Hundsſternes und ſelbſt des Jupiters übertraf, und am hellen Tage zu ſehen war. Vom December dieſes Jahres fing er an abzunehmen, und verſchwand endlich im März 1574 dem Auge gänzlich. **Tycho de Brahe** [β]), welcher ihn zuerſt erblickte, war anfänglich ſelbſt zweifelhaft, ob es ein neuer, oder ſonſt gewöhnlicher Stern ſey. Er hat dieſen Stern mit dem größten Fleiße beobachtet, aber keine Parallaxe an ihm wahrgenommen. Von dieſem Sterne wollen einige behaupten, daß es eben der geweſen ſey, welcher ſchon in den Jahren 945 und 1264 in eben dieſer Gegend eine Zeitlang als ein neuer Stern iſt geſehen worden. Allein außer **Cyprian Leovitius** [γ]) wird von keinem andern Schriftſteller dieſes Sterns Erwähnung gethan. Den andern faſt eben ſo glänzenden neuen Stern erblickte

α) Almageſtum novum To. II. p. 30. ſq.
β) Progymnasmata aſtron. Francof. 1602. 4. lib. I.
γ) De ſtella anni 1572.

erblickte **Kepler** α) am Fuße des Ophiuchi im Jahre 1604, welcher im folgenden Jahre darauf wieder verſchwand und ebenfalls keine Parallaxe zeigte. Noch andere ähnliche Beyſpiele von kleinen neuern Sternen führt der jüngere **Caſſini** β) an. Bey der Erſcheinung der neuen Sterne hat man folgendes wahrgenommen: 1) in Anſehung ihrer Stelle ſind ſie gemeiniglich entweder in der Milchſtraße oder doch nicht weit davon erſchienen; 2) dieſen Ort behalten ſie ſo lange, als ſie ſichtbar ſind, daher ihnen außer der täglichen gemeinſchaftlichen Bewegung keine andere zukömmt; 3) weil ſie keine Parallaxe zeigen, ſo müſſen ſie ſehr weit von unſerer Erde entfernet ſeyn; 4) daher werden ſie durch Fernröhre betrachtet nicht vergrößert, ſondern vielmehr wie die übrigen Fixſterne verkleinert geſehen; 5) mit bloßen Augen betrachtet funkeln ſie noch weit ſtärker als andere Sterne; 6) ihre Größe iſt veränderlich; 7) auch iſt ihre Farbe veränderlich betrachtet worden; im helleſten Lichte hat man ſie mehr weiß, nachher roth, ferner gelb und zuletzt ganz bleich und dunkel befunden. So bezeuget **Kepler**, daß der neue Stern im Schlangenmanne alle Farben des Regenbogens gehabt habe. 8) Auch iſt die Dauer derſelben verſchieden.

Es gibt noch eine ganz beſondere Art Sterne, welche alle übrige Eigenſchaften der Fixſterne haben, aber bald ſcheinbarlich größer, bald kleiner werden, man nennt ſie daher auch **veränderliche Sterne** oder **Wunderſterne**. Ihre Lichtabwechſelungen ſind periodiſch von beſtimmter Zeitdauer. Am Halſe des Wallfiſches zeigte ſich im Jahre 1596 der veränderliche Stern, Z nach **Doppelmayer**, nach **Bayer** o, dem **Fabricius**, welcher nach **Hevel** γ) binnen einer Periode von 11 Monathen von der dritten Größe bis zum Verſchwinden abnimmt, und nach der Wiedererſcheinung wieder bis zur dritten Größe zunimmt, daher auch dieſer Stern **Mira** genannt wird. Ein ähnlicher Stern befindet

α) De ſtella noua in pede ſerpentarii. Prag. 1606. 4.

β) Elémens d'Aſtronomie. p. 73.

γ) Hiſtoriola mirae ſtella in collo Ceti. Gedan. 1662 fol.

befindet ſich am Halſe des Schwans, welchen **Kirch** an ſeinen Lichtveränderungen 1686 zuerſt wahrgenommen hat. Nach **Caſſini** [α]) ſoll ſich dieſer Stern nach 405 Tage in ſeinem ſtärkſten Lichte zeigen. Außer dieſem ſind noch zwey neue Sterne im Schwane von **Kepler**, **Caſſini** und **Hevel** beobachtet worden. Der eine zeigte ſich bey dem Stern dritter Größe an der Bruſt, und der andere bey dem von gleicher Größe am Schnabel des Schwans. Auch haben **Hevel** und **Caſſini** verſchiedene Sterne im kleinen Bären, der Andromeda, den Schützen, Ophiuchus, Waſſermann, Steinbock u. ſ. f., welche in ältern Verzeichniſſen vorkommen, entweder gar nicht finden können, oder von veränderlicher Größe bemerket. Eben dieſes beobachteten auch **Montanari** und **Maraldi** [β]) von Sternen im Löwen, großem Hunde, Schiff, Waſſerſchlange, Jungfrau u. ſ. f. Auch **Goodricke** in England hat eine Lichtveränderung an dem hellen Sterne **Algol** im Haupte der Meduſa entdecket, deren Dauer nur 2 Tage, 21 Stunden oder 69 Stunden iſt. Dieſer Stern, welcher eigentlich ein Stern von zweyter Größe iſt, verwandelt ſich nach Verlauf dieſer Zeit in einen Stern von vierter Größe, wozu er aber nur 7 Stunden Zeit gebrauchet, nämlich $3\frac{1}{2}$ Stunden um abzunehmen, und $3\frac{1}{2}$ Stunden, um ſeine vorige Geſtalt und Größe wieder zu bekommen. Die übrigen 62 Stunden bleibt er von der zweyten Größe. Nach neuern Beobachtungen des Herrn Grafen **von Brühl** iſt die Wiederkehr dieſer Lichtveränderungen auf 2 Tage, 20 Stunden, 48 Minuten, 51 Sekunden, 16 Tertien geſetzet worden [γ]). Noch mehrere Nachrichten hiervon hat Herr **Wurm** in Nürtingen [δ]) geſammelt und verglichen.

Auch

α) Mémoire de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1759.

β) Mémoire de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1706. 1707.

γ) Berliner aſtronomiſches Jahrbuch für 1786. Num. 18. 19. für 1788. Num. 13.

δ) Berliner aſtronomiſches Jahrbuch für 1789. S. 175.

Auch ſind in Anſehung der Lichtſtärke bey verſchiedenen Fixſternen Veränderungen ſeit den Zeiten der alten Aſtronomen vorgegangen. So rechnete **Ptolemäus** den hellen Stern im Adler zur dritten Größe, welcher jetzt von einigen Aſtronomen zu den Sternen erſter Größe gezählet wird. Den Stern δ im großen Bären geben **Tycho** und **Bayer** von der zweyten Größe an, welcher jetzt ſo dunkel iſt, daß man ihn kaum zur vierten Größe rechnen kann u. ſ. f. In der berliner Sammlung aſtronomiſcher Tafeln findet man ein vollſtändiges Verzeichniß der beobachteten neuen und veränderlichen Sterne [α]).

Was die Urſache dieſer verſchiedenen Abwechſelungen in Anſehung der Größe und der Lichtſtärke der veränderlichen und neuen Sterne betrifft, ſo weiß man bis jetzt noch keine anzugeben. Der P. **Bouilland** hielt die Fixſterne, welche periodiſche Lichtabwechſelungen zeigten, für halbe Sonnen; deren eine Hälfte leuchtend, die andere dunkel ſey, und welche ſich um ihre Axen dreheten. Der Herr von **Maupertuis** [β]) iſt der Meinung, dieſe Sterne hätten durch ihre ſchnelle Umdrehung um die Axe eine ſehr platte Geſtalt erhalten, und ein großer Planet verändere die Richtung ihrer Axe ſo, daß ſie uns bisweilen die platte, bisweilen die ſchmale Kante zudreheten, und im letzten Falle mit ſehr ſchwachem Lichte erſchienen oder gar verſchwänden.

Durch Fernröhre werden auch einige Sterne doppelt geſehen, und heißen daher Doppelſterne, dahin gehören die Sterne γ im Widder, α in den Zwillingen, γ in der Jungfrau u. ſ. f. Herr **Herſchel** [γ]) gibt von den Doppelſternen ein Verzeichniß in 6 Claſſen an.

M. ſ. **Bode** kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde §. 142 u. f. §. 614 u. f. **Käſtner** Anfangsgründe der angewandten Mathematik. 4te Aufl. 1792. Aſtronomie §. 117 f. f.

B.

α) Berlin 1776. III Bände gr. 8. im I. Bande S. 212 u. f. Taf. XV.
β) Diſcours ſur le différentes figures des aſtres à Paris 1732. 8. auch in oeuvres *de Maupertuis* à Lion 1768. Tom. IV. 8. T. I.
γ) Philoſoph. transact. Vol. LXXV. P. I. n. 6.

B. C. B. *Wiedeburg* diſſ. de ſtellis mutabilibus 1639. 4. *Fortunio Liceti* de nov. aſtr. Padua. 1656. Im. Kant allgemeine Naturgeſchichte und Theorie des Himmels. Königsb. und Leipz. 1755.

Fixſternverzeichniſſe (catalogi fixarum, catalogues des étoiles) ſind Verzeichniſſe, welche diejenigen Fixſterne enthalten, deren Stellen am Himmel durch Beobachtungen genau ſind beſtimmt worden, und worin ihre Nahmen nebſt Größen, Breiten, Längen oft auch Abweichungen und geraden Aufſteigungen angegeben ſind. Die Ordnung, welche man hierbey befolget, iſt gemeiniglich dieſe, daß ein Sternbild nach dem andern angeführet, und in jedem entweder die größern Sterne oder auch diejenigen, welche zuerſt durch den Mittagskreis gehen, allererſt geſetzet werden. Dergleichen Sternverzeichniſſe können nur auf eine gewiſſe Zeit eingerichtet werden, weil ſich nach und nach die Abweichungen, Aufſteigungen und Längen der Sterne verändern.

Das älteſte Sternregiſter rührt vom **Hipparch** her, welches von ihm ungefähr 150 Jahr vor Chriſti Geburt iſt verfertiget worden, und an die 1022 Sterne in 48 Sternbildern nach der Länge und Breite beſtimmt; wiewohl **Ptolemäus** *) anführet, daß ſchon 180 vorher von **Timocharis** und **Ariſtyllus** verſchiedene hierher gehörige Beobachtungen ſind angeſtellet worden. Dieß Sternverzeichniß vom **Hipparch** hat **Claudius Ptolemäus** aufbehalten und mit einigen Beobachtungen vermehret in ſeinem aſtronomiſchen Werke, welches den Titel führet: *μεγάλη συντάξις τῆς ἀστρονομίας*, das aber im 13ten Jahrhunderte ins Lateiniſche iſt überſetzet worden, und gewöhnlich unter dem Titel Almageſtum angeführet wird. Der Araber **Muhamed Ben Gaber Al-Batani (Albategnius)** brachte dieß Sternverzeichniß auf das Jahr Chriſti 880, indem er wegen des Vorrückens der Nachtgleichen den von **Ptolemäus** angegebenen Längen 11$\frac{5}{8}$ Grad zuſetzte. Auch die Mathematiker, welche von dem König Alphonſus X. zur Verfertigung

*) Almageſtum. Lib. VII. cap. I.

aſtronomiſcher Tafeln berufen wurden, reducirten das ptolemäiſche Verzeichniß bloß auf das Jahr 1251. Der tatariſche Fürſt **Ulugh Beigh** war vor **Tycho de Brahe** der einzige, welcher aus eigenen Beobachtungen im Jahre 1437 ein Sternregiſter von 1017 Sternen zuſammen brachte, welches **Thomas Hyde** *) herausgab.

Nachdem **Tycho de Brahe** mit Hülfe der von ihm verbeſſerten aſtronomiſchen Inſtrumente die Abweichungen und geraden Aufſteigungen der Sterne genau zu beobachten lehrte, woraus nachher die Längen und Breiten derſelben berechnet werden können, welche die alten Aſtronomen weit unzuläſſiger durch Beobachtungen geſucht hatten; ſo entſtand von ihm ſein neues Sternregiſter β), welches **Kepler** im Jahre 1627 in die alphonſiniſchen Tabellen einrückte, und aus den Beobachtungen, welche **Tycho** hinterlaſſen hatte, bis auf 1000 Sterne vermehret, und zuerſt die Sterne um den Südpol beygefüget hat, ſo wie ſie die portugieſiſchen Seefahrer beobachtet hatten, und von **Petrus Theodori** beſtimmt waren. Dieſes Sternverzeichniß hat der **P. Riccioli** γ) auf das Jahr 1700 reduciret, und außerdem noch mit 101 Sternen aus ſeinen mit **Grimaldi** angeſtellten Beobachtungen vermehret worden.

Beynahe gleichzeitig mit dem **Tycho** hat auch der Landgraf von Heſſen-Caſſel, **Wilhelm** IV. mit ſeinen Aſtronomen **Chriſtoph Rothmann** und **Jobſt Byrge** durch Hülfe ſehr genauer aſtronomiſcher Inſtrumente an die 30 Jahre die Abweichungen und die geraden Aufſteigungen der Fixſterne beobachtet. Hieraus entſtand ein Verzeichniß von 400 Fixſternen, welches **Hevel**, wegen der Genauigkeit, **Tychon's** ſeinem weit vorziehet. Man findet dieß Verzeichniß in

*) Tabulae longitudinis et latitudinis ſtellarum fixarum ex obſervatione Vlugh-Beighi etc. ex tribus inuicem collatis MS. perſicis, iam primum luce et latio donauit, et commentariis illuſtrauit *Thomas Hyde*. Oxon. 1665. 4.

β) Catalogus fixarum 777 ad annum 1600 in aſtronom. inſtauratae progymnasmatibus. Francof. 1602. 4. P. I. p. 257.

γ) Aſtronomia reformata. Lib. IV.

in den obſeruationibus Haſſiacis, welche **Willebrord Snellius** [α]) zuerſt herausgab, und auch beym **Lucius Barret** [β]).

Im Jahre 1675 reiſete **Halley**, welcher damahls 21 Jahre alt war, auf Befehl des Königs, auf die Inſel St. Helena, und beobachtete, mittelſt eines Sextanten von 5½ engliſchen Fuß im Halbmeſſer, die Längen und Breiten der Sterne um den Südpol, woraus das erſte Verzeichniß von 350 ſüdlichen Sternen entſtand [γ]).

Ein ſehr vollſtändiges Fixſternverzeichniß hat **Hevel** [δ]) geliefert, in welchem **Tychon's**, das heſſiſche, **Ulugh Beighs** und **Ptolemäus** Verzeichniſſe neben einander ſtehen, und welches noch zwey neue aus eigenen Beobachtungen enthält. Von dieſen zwey neuen trifft man in dem größern die Längen, Breiten, Aufſteigungen und Abweichungen von 1888 Sternen an, nämlich 950 von den alten, 603 von ihm zuerſt beobachteten, und 335 von **Halley** beobachteten ſüdlichen für das Jahr 1660; in dem kleinen aber nur die Längen und Breiten für 1700.

Der engliſche Aſtronom, **Johann Flamſtead**, hat 33 Jahre hindurch zu **Grenwich** die allergenaueſten Beobachtungen angeſtellet. Dieſe ſeine Beobachtungen erſchienen

 zuerſt

α) Coeli et ſiderum in eo errantium obſeruationes Haſſiacae, illuſtris principis *Wilhelmi*, Haſſiae Landgrauii, auſpiciis quondam inſtitutae; et ſpicilegium biennale ex obſeruationibus Bohemicis *Tychonis Brahe*, quibus acceſſerunt *I. Regiomontani* et *Bernhard. Waltheri* obſeruationes Norimbergicae. Leide 1618. 4.

β) Hiſtoria coeleſtis. Auguſt. Vindel. 1666. fol.

γ) Catalogus ſtellarum auſtralium ſ. ſupplementum catalogi Tychonici, exhibens longitudines et latitudines ſtellarum fixarum, quae prope polum antarcticum ſitae in horizonte Vraniburgico *Tychoni* inconſpicuae fuerunt, accurato calculo, ex diſtantiis ſupputatas, et ad an. 1677. completum correctas cum ipſis obſeruationibus, in inſula S. Helenae, ſumma cura et ſextante ſatis magno de coelo depromtis, opus ab aſtronomis hactenus deſideratum. Lond. 1679. 4. auch in Birchs erſtem Jahre ſeiner ephemerid. motuum coeleſt. Lipſ. 1682. 4.

δ) Prodromus aſtronomiae et nouae tabulae ſolares, vna cum catalogo fixarum et firmamentum Sobieſcianum. Gedani 1690. fol.

zuerſt durch Halley α) im Jahre 1712 zu London, womit aber Flamſtead nicht zufrieden war, und alle diejenigen Exemplare, die er habhaft werden konnte, aufkaufte, und ſie, nach Roſts β) Nachricht verbrannte. Er beſorgte von dieſen ſeinen Beobachtungen eine neue Auflage, welche auch kurz nach ſeinem Tode öffentlich erſchien γ). In dem dritten Tome dieſes wichtigen Werkes ſind die Fixſternverzeichniſſe des Ptolemäus, Ulugh Beigh, Tycho, des Landgrafen von Heſſen-Caſſel, Hevels, und beſonders des Abrah. Scharp Verzeichniß ſüdlicher Sterne enthalten, worauf ein großes Verzeichniß von 3000 Sternen folget, worunter doch ſehr viele nur durch Fernröhre geſehen werden können.

Aus den Beobachtungen, welche der Abt de la Caille zuerſt in den Jahren 1740 bis 1750 zu Paris, und nachher auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung angeſtellet hatte, entſtand auch ein ſehr genaues Verzeichniß von 397 Sternen für das Jahr 1750, welches man in ſeinem Werke, welches jene Beobachtungen enthält, antrifft δ).

Auch aus den genauen Beobachtungen, welche Bradley, mittelſt eines von Graham verfertigten Sektors, an den Fixſternen angeſtellet hatte, berechnete Maſon für das Jahr 1760 ein Verzeichniß von 387 Sternen, welches zuerſt im Nautical Almanac für 1773 erſchien, nachher aber auch ſo, wie das Verzeichniß von de la Caille, in des P. Hell wiener Ephemeriden eingerückt worden iſt.

Hevels, Flamſtead's, de la Caille und Bradley's Verzeichniſſe für Längen und Breiten, hat Herr Bode ε) mit vieler Mühe und großem Scharfſinn in eins zuſammengezogen, und ein Sternverzeichniß von 3175 Sternen geliefert.

α) Hiſtoria coeleſtis Lond. 1712. To. II. fol.
β) Aufrichtiger Aſtronomus. Nürnberg 1727. 4. S. 334.
γ) Hiſtoria coeleſtis Britannica. Lond. 1725. To. III. fol.
δ) Aſtronomiae fundamenta nouiſſima, ſolis et ſtellarum obſeruationibus ſtabilitata. Par. 1757. 4.
ε) Sammlung aſtronomiſcher Tafeln unter Aufſicht der königl. Akademie der Wiſſenſchaften. Berlin 1776. III. Bände. gr. 8. I. Band. S. 83 f.

liefert. Noch vollſtändiger hat nachher Herr **Bode** *) ein Verzeichniß der geraden Aufſteigungen und Abweichungen von 5058 Sternen aus den Beobachtungen eines **Flamſtead's**, **Hevels**, **Tobias Mayers**, **de la Caille**, **Meſſier**, **le Monnier**, **Darquier** u. a. für das Jahr 1780 zuſammengetragen. Es enthält dieſes außerdem noch ein Verzeichniß von 280 der vornehmſten Firſterne nach **Bradley** und **de la Caille** gleichfalls für 1780, in welchem die jährlichen Veränderungen der geraden Aufſteigungen und Abweichungen, imgleichen auch die Längen und Breiten angegeben ſind.

Die Herren **Caſſini** und **de la Lande** haben die Sternverzeichniſſe ungemein verbeſſert. Durch Hülfe des ſechsfüßigen Mauerquadranten der pariſer Sternwarte, beſtimmte **Caſſini** die Abweichungen von 200 der vornehmſten Sterne, die ſich in den extraits des obſervations aſtronomiques 1790. 1791 befinden; in der connoiſſance des tems für 1795 hat **Caſſini** Abweichungen von 33 Sternen angegeben, welche mit dem neu eingeführten ganzen Kreiſe beſtimmt, und der Angabe nach bey den meiſten bis auf 1 Sekunde ſicher ſind. **De la Lande** hat ebenfalls mit dem $7\frac{1}{2}$ füßigen Quadranten der école militaire mit Beyhülfe ſeiner Verwandten, **le François** und **Lesne** auf 12000 Abweichungen und 8000 gerade Aufſteigungen von Sternen beſtimmt, unter welchen mehrere kleine Sterne von 6ter, 7ter und 8ter Größe befindlich ſind, welche man in der connoiſſance des tems für 1794 u. ſ. findet. **De la Lande** hat bey ſeinen Beobachtungen 110 in den ältern Verzeichniſſen angegebene gänzlich vermißt.

Beſonders merkwürdig ſind diejenigen Sterne, welche im Thierkreiſe ſtehen, und **Zodiakalſterne** genannt werden, weil dieſe die einzigen ſind, welche von den Planeten und von dem Monde bedecket werden können. Aus dieſer Urſache hat

*) Vorſtellung der Geſtirne, nebſt einem vollſtändigen Sternverzeichniſſe, von J. E. Bode. Berlin u. Stralſ. 1782. in kl. Landchartenformat.

hat man vorzüglich auf die Beſtimmung ihrer Stellen vielen Fleiß angewendet, und eigene Sternverzeichniſſe für ſie bearbeitet. Ein ſolches Sternverzeichniß hat bereits **Flamſtead** *) geliefert; und beſonders hatte **Tobias Mayer** β) die Zodiakalſterne durch Hülfe des göttingiſchen Mauerquadranten einer ſehr genauen Beobachtung unterworfen, und der königlichen Societät der Wiſſenſchaften zu Göttingen im Jahre 1759 ein Verzeichniß von 998 Sternen im Thierkreiſe übergeben, welches aber erſt nach ſeinem Tode ediret worden iſt. Auch wird mit der Thierkreischarte, welche **Dheulland** im Jahre 1755 herausgab, zugleich ein in Kupfer geſtochener Catalog der Zodiakalſterne in Oktavformat ausgegeben.

M. ſ. *Dav. Gregorii* aſtronomiae phyſicae et geometricae elementa. Genevae 1726. Tom. II. 4. To. I. lib. II. prop. 29. *Io. Friderici Weidleri* hiſtoria aſtronomiae. Vitembergae 1741. 4. an verſchiedenen Stellen **Käſtners** Anfangsgründe der angewandten Mathematik. 4te Auflage. Aſtronomie.

Flamme (flamma, flamme) iſt eigentlich nichts weiter als ein brennendes Gas oder ein brennender Dampf aus den verbrennlichen Körpern, welches in der atmoſphäriſchen oder andern zur Erhaltung des Feuers dienlichen Luft in die Höhe ſteiget.

Die Erfahrung lehret, daß die entzündlichen Körper, wenn ſie einer gewiſſen beſtimmten Temperatur ausgeſetzet werden, mit Flamme verbrennen. Dieſe iſt gemeiniglich mit Dämpfen begleitet, welche da, wo jene aufhöret, ſichtbar ſind, und den ſo genannten **Rauch** ausmachen. Der Rauch beſitzet neben der Flamme eine ſehr ſtarke Hitze, wird aber nach Abſonderung von derſelben, indem er in die Luft aufſteiget, bald kälter, und legt ſich zum Theil ſelbſt an kalte Körper,

*) Catalogus ſtellarum 67, quas luna et planetae tegere poſſunt; in der hiſtor. coeleſti Britan. To. III.

β) Catalogus fixarum zodiacalium; in *Tob. Mayeri* opp. ineditis. Goett. 1775. 4 maj. To. I. Num. V.

Körper, wenn welche zugegen ſind. Wird einer Flamme ein anderer verbrennlicher Körper genähert, ſo fängt dieſer an ſich zu erhitzen, und geräth endlich ſelbſt in eine Flamme. Die chemiſche Zergliederung zeiget, daß alle diejenigen Körper, welche mit Flamme verbrennen, entweder ſelbſt flüchtig ſind, oder flüchtige Beſtandtheile haben, welche durch die Hitze entweder in Gas oder Dampf verwandelt werden. Eine geringere Hitze kann aber auch verurſachen, daß Körper bloß verglimmen, welche ſonſt in ſtärkerer Hitze mit Flamme verbrennen würden; in einem ſolchen Falle war natürlich die Hitze nicht hinreichend, die verbrennlichen flüchtigen Theile mit fortzureißen oder ſie in Gas zu verwandeln.

Der Grad der Hitze, welcher zur Erzeugung und Unterhaltung der Flamme erfordert wird, iſt nach Hrn. **de Lüc** *) auf 650 Grad des fahrenheitiſchen Thermometers zu ſetzen, und wird von ihm die **brennende Wärme** genannt. Wird dieſer Grad der Hitze auf irgend eine Art vermindert, ſo hört auch die Flamme auf.

Je mehr feuerbeſtändige Theile übrigens ein Körper beſitzet, deſto unmerklicher wird die Flamme, wie z. B. bey der Kohle, Aſche und bey den mehreſten Metallen. Denn dieſe ſcheinen ſich ohne merkliche Flamme zu zerſetzen und zu verzehren. Die ganz feuerbeſtändigen Körper, als z. B. reines Gold u. ſ., zeigen gar keine Flamme, ſondern nur ein Glühen, wobey ſie ſich nicht verzehren, ſondern ihre Glühehitze bald wieder verlieren. Ausgemacht bleibt es aber, daß alle wirklich brennende Körper mit Flamme brennen, und dadurch ſich zuletzt verzehren. So zeigen z. B. mehrere Kohlen neben einander geleget und angeblaſen, eine ſehr merkliche Flamme, wenn ſie gleich nur einzeln zu glühen ſcheinen. Andere brennbare Körper, als Holz, Schweſel, Oele, Weingeiſt und dergleichen, zeigen bey dem Verbrennen eine ſehr lebhafte Flamme.

Wenn eine Flamme entſtehen, und nachher unterhalten werden ſoll, ſo iſt der Zugang der freyen Luft nothwendige

*) Neue Ideen über die Meteorologie. §. 185.

Bedingung hierzu. Im luftleeren Raume kann die Flamme gar nicht fortdauern, und ſie verlöſcht auch, wenn nicht immer friſche Luft abwechſelnd zur Flamme kommen kann. Wenn unter eine gläſerne Glocke eine brennende Kerze gebracht wird, ſo verlöſcht die Flamme gar bald, und die Luft, welche mit der Kerze zugleich eingeſchloſſen wurde, erleidet, in Anſehung ihres Volumens, eine Verminderung, und iſt nun zur Erhaltung einer andern in ihr gebrachten Flamme untauglich; daher verlöſchen darin Lichter und brennende Kohlen ſogleich. Dieſe Verminderung der atmoſphäriſchen Luft rührt bloß daher, weil der ganz reine Theil derſelben von der Flamme verzehret wird, und dieß iſt auch die Urſache, warum nur beym beſtändigen Zufluß von atmoſphäriſcher Luft die Flamme unterhalten werden kann, indem dadurch jeder Zeit die erſte Bedingung der Ernährung der Flamme, nämlich ein gewiſſer Theil von reiner Luft, zugegen iſt. Wenn die durch das Ausbrennen eines Lichtes verdorbene Luft gewiſſer Maßen noch zur Erhaltung des thieriſchen Lebens tauglich iſt, ſo liegt der Grund darin, daß der ganze Antheil von Lebensluft durch die brennende Kerze nicht iſt verzehret worden; enthielt ſie gar keinen Theil Lebensluft mehr, ſo iſt ſie ſchlechterdings den Thieren tödtlich. Man ſieht hieraus, daß die Famme durchs Anblaſen, welches beſtändig unverdorbene Luft hinzuführet, vergrößert werde. Wenn man hingegen allzuſtark in die Flamme bläſet, ſo wird dadurch zum Theil die nöthige Hitze allzuplötzlich und zu ſtark vermindert, zum Theil wird auch der Ausfluß des brennenden Dampfs durch den Druck der Luft gehemmet, und dadurch die Flamme zerſtreuet, ſo daß ſie verlöſchen muß. Daraus fließt natürlich, daß alles dasjenige, was der Oberfläche der Flamme den Zutritt der atmosphäriſchen Luft raubet, die Flamme erſticken müſſe, wie z. B. das Ueberſchütten mit Erde, Sand, Waſſer u. dergl. Beym Waſſer aber insbeſondere iſt zu merken, daß eine kleine Quantität gut angewandt ſchon hinlänglich iſt, die Flamme zu tödten. Es iſt ganz wahrſcheinlich,

daß

daß die Flamme durch den Dampf des Waſſers, welcher ſich in dem Augenblicke bildet, wo man es auf die Flamme bringt, verlöſchet wird. Denn die Verwandlung des Waſſers in Dämpfe erfordert eine große Menge Hitze, ſo daß der nöthige Grad derſelben zur Bildung der Flamme nicht mehr vorhanden iſt, mithin dieſe verlöſchen muß. Dieſer Bildung des Dampfes iſt es auch vorzüglich zu zuſchreiben, daß bey ſtarken Bränden Waſſer in gehöriger Menge die Flamme derſelben tilge. Dieſes Geſagte wird vorzüglich durch neuere Verſuche des Herrn **van Marum** *) beſtätiget. Er nahm zwey gewöhnliche Theertonnen, denen man eine kegelförmige Geſtalt gegeben hatte, damit ſie deſto beſſer brennen ſollten, welche oben 20 Zoll und unten 16 Zoll weit und an beyden Enden offen waren, dieſe wurden nahe aneinander mit dem weiten Ende nach oben aufgeſtellet. Man beſtrich dieſe Theertonnen außer dem Theer, welcher ſchon an den Tonnen hängen bleibt, inwendig reichlich mit Theer, ſtellte ſie etwas erhaben über dem Boden auf drey Steine, ſo daß die Luft frey durch dieſelben ſtreichen konnte. In eine von dieſen Tonnen wurde eine Hand voll Späne geworfen, und dadurch angezündet. Hierdurch gerieth die ganze Tonne inwendig ſehr ſchnell in Brand, daß die Flamme mehrere Fuß über dieſelbe aufſtieg. Herr **van Marum** band einen Löffel, welcher zwey Unzen Waſſer faßte, an einen langen Stiel, weil die Hitze ſo ſtark war, daß man bis auf 4 und 5 Fuß dem brennenden Körper nicht nahe kommen konnte. Er ließ nun das Waſſer an der inwendigen Seite der Tonne herunterlaufen, und man bemerkte gleich, daß der Brand merklich nachließ, und faſt an den Seiten der Tonne, wo das Waſſer hingekommen war, gelöſcht war. Der zweyte Löffel voll, welcher an der andern Seite der Tonne ausgegoſſen wurde, löſchte den Brand ſo ſtark, daß die Flamme ſich nur noch ſehr wenig über die Tonne erhob. Der dritte Löffel voll löſchte vollends den Reſt des Brandes. Daß die ſchnelle Löſchung nicht etwa davon

*) Gren neues Journal der Phyſik. B. III. S. 144 u. f.

davon herrührte, weil der Theer größtentheils ſchon verbrannt ſeyn mochte, zeigte ihm folgender Verſuch; er warf von neuem brennende Späne in die Tonne, um das Waſſer, welches in die Tonne gegoſſen war, zu verflüchtigen, und nun brannte die Tonne wieder eben ſo fort, als vor der erſten Löſchung. Hierauf wurden die brennenden Späne unten unter der Tonne weggenommen, und dieſer ſtarke Brand wurde durch zwey Löffel voll Waſſer gelöſchet. Bey einer zweyten Wiederhohlung dieſes Verſuchs gelang es dem Herrn **van Marum**, einen einzigen Löffel von zwey Unzen Waſſers ſo gut über die innere Seite der Tonne zu vertheilen, daß der Brand, welcher eben ſo heftig war, als die vorigen Mahle, gelöſcht wurde. Dieſer letzte Verſuch beſtätigte alſo hinlänglich, daß die große Kraft des Waſſers zur Löſchung eines ſtarken Brandes vorzüglich der ſchnellen Verwandlung derſelben in Dampf zu zuſchreiben ſey. Der Dampf, welcher in dem Augenblicke, als er ſich erzeugte, die Tonne anfüllte, dämpfte nicht allein die Flamme an den Stellen, wo das Waſſer hintraf, ſondern verminderte augenblicklich die Flamme an allen andern Stellen der Tonne.

Ich nehme hier zugleich Gelegenheit, die weitern Verſuche des Herrn **van Marums**, über die Löſchung des Feuers, kürzlich zu beſchreiben, indem ſie nicht allein belehrend, ſondern auch für das Wohl der Menſchheit gleich nützlich ſind *). Auf dem bey Haarlem gelegenen **Harmen Janſens** Felde ließ der Herr **van Marum** eine Hütte von trockenem alten Holze aufſchlagen, wie eine große Stube, nämlich 24 Fuß lang, 20 Fuß breit und 14 Fuß hoch. An der Südoſtſeite waren zwey Thüren, und an der Südweſtſeite zwey Oeffnungen, wie große Fenſter. Oben auf der Hütte lagen drey Bündel mit Spänen, welche mit Stricken an einen runden Pfahl gebunden waren, welcher 27 Fuß hoch über der Erde ſtand. Damit aber dieſe Hütte deſto beſſer auflodern möchte, war ſie oben offen, auch ſtand ſie einen halben Fuß über der Erde, um durch den Durchzug der

Luft

*) Gren neues Journal der Phyſik. B. IV. S. 158 f.

Luft den Brand deſto ſtärker anzufachen. Die innere Seite war rund herum ganz mit Theer beſtrichen, und mit Matten von Schilf 10 Fuß hoch überkleidet. Dieſe Matten waren auch kurz vor der Anzündung von oben bis unten reichlich mit Theer beſtrichen, und unten an denſelben waren Hobelſpäne befeſtiget. Mit dieſer ſo eingerichteten Hütte machte er den erſten Verſuch am 8ten May 1797 in Gegenwart der Direktoren der teylerischen Stiftung und anderer Zuſchauer. Es war damahls ein ſo ſtarker Wind, daß die Mühlen mit halbem Seegel herumgingen. Als nun die Hobelſpäne rund herum angeſteckt waren, ſtanden die betheerten Schilfmatten bald in vollen Flammen. Das Feuer, welches durch den Wind nicht wenig angeblaſen wurde, war ſo heftig, daß die Zuſchauer allgemein dachten, und viele derſelben auch ausriefen, es ſey nicht möglich dieſes Feuer zu löſchen. Als nun das Schilf verbrannt war, ſtand das Holz an der innern Seite rund herum in vollen Flammen. Der Wind jagte auch die Flammen durch die Ritzen zwiſchen den Bretern der Süd-Oſtſeite, ſo daß dieſe Seite der Hütte auch von außen größtentheils brannte. Darauf ließ der Herr **van Marum** eine kleine Handſpritze vor der Thüre nahe bey der Nordecke der Hütte in Bewegung ſetzen. Er ſelbſt ſtellte ſich vor dieſe Thüre hin, ſo nahe als die Hitze des Feuers ſolches zuließ, und brachte den Waſſerſtrahl zuerſt auf die Nordoſtſeite, ſo nahe bey der Thür als es anging, und leitete denſelben, ſobald die Flamme an der durch das Waſſer befeuchteten Stelle gelöſcht war, längs dieſer Seite fort, hernach längs der Nord-Weſtſeite und der Süd-Weſtſeite. Ehe das Becken der Spritze, welches drey Eymer Waſſer enthielt, ledig war, waren dieſe drey Seiten gelöſcht. Man ſtellte auch eine ſolche Spritze vor eine der gemeldeten Oeffnungen der Süd-Weſtſeite, und hiermit löſchte man in ſehr kurzer Zeit die Süd-Oſtſeite; dieß hätte auch durch die nämliche Spritze, womit die erſt gemeldeten Seiten gelöſcht waren, geſchehen können; doch die Furcht der Helfer machte, daß man eine andere Spritze ergriff, welche

welche aus Vorſorge bey der Hand war. Mit ungefähr 5 Eimer Waſſer war dieſer heftige Brand ſo weit gelöſchet, daß jetzt nur noch hier und da zwiſchen den Ritzen der Breter und in den Spalten und Speicherlöchern des alten Holzes einiges Feuer geſehen wurde, welches, durch den Wind angeblaſen, an verſchiedenen Stellen auch wieder kleine Flammen erweckte. Man hatte jetzt Zeit, alles, was noch glimmte, zu löſchen, und man bediente ſich dazu der nämlichen Spritzen.

Der zweyte Verſuch geſchah den 11ten May, Nachmittags um 5 Uhr in Gegenwart vieler 100 Perſonen. Die Hütte war nach dem Verſtopfen der Ritzen zwiſchen den Bretern, die durch den vorigen Brand an einigen Stellen ſehr vergrößert waren, jetzt wieder auf gleiche Art eingerichtet, als beym erſten Verſuche. Das Holz war nämlich erſt von neuen mit Theer beſtrichen, darauf an allen Seiten mit Schilfmatten bekleidet, die kurz vor dem Verſuche reichlich mit Theer beſtrichen, und unten mit Holzſpänen verſehen waren. Die Anzündung geſchah wieder gleichzeitig von allen Seiten, ſo daß die Hütte ſehr ſchnell inwendig rund herum in vollen Flammen ſtand. Die Flamme ſtieg verſchiedene Fuß hoch über den Pfahl. Als die Hütte ſchon 4 Minuten gebrannt hatte, begann Herr **van Marum** auf gleiche Art, wie beym vorigen Verſuche, durch die Thüre nahe bey der Nordſeite die Nordoſtſeite zu löſchen. Hierauf ſtellte man die Spritze vor die Thüre nahe bey die Weſtecke, und nun löſchte er die Süd-Weſtſeite. Zuletzt ſtellte er die Spritze in die Hütte ſelbſt, das wenige, was von der Flamme in einigen Ecken und Ritzen übrig blieb, zu löſchen. Dieſer Brand war in drey Minuten ſo weit gelöſcht, daß das Holz nur noch hier und da glimmte, und an einzelnen Stellen zwiſchen den Ritzen wieder einige Flammen faßte, welches aber alles durch eine naſſe an einen Stock geſteckte Friesdecke und durch eine gewöhnliche Gießkanne gedämpft wurde. Dieſer ganze Brand wurde mit drey Eimer Waſſer gelöſcht, außer dem, was nachher zur Ausdämpfung der Gluth gebrauchet wurde.

Die

Die erſte Veranlaſſung zu dieſen Verſuchen gab das im Jahre 1794 bekannt gewordene ſchwediſche Löſchungsmittel, welches Herr **van Marum** im Jahre 1795 in Vergleichung mit dem Waſſer verſuchte. Er fand, daß er mit einer geringen Quantität Waſſer, welches wohl angewendet wird, die Flamme der brennbarſten Materien löſchen könne, und daß er durchgehends hierzu eine größere Quantität der ſchwediſchen Löſchungsfeuchtigkeit als vom gewöhnlichen Waſſer nöthig habe.

Dieſe Verſuche haben den Herrn **van Marum** nun gelehret, daß, um bey jedem Brande die Flamme aufzuhalten, man nur die Oberfläche der brennenden Sache an der Stelle, wo die Flamme auflodert, zu befeuchten braucht; auch haben ſie zugleich gelehret, daß nur ſo viel Waſſer, als hierzu erfordert wird, auch in jedem Falle hinlänglich iſt, die Flamme zu löſchen, wenn nur das Befeuchten der brennenden Stelle ordentlich geſchiehet. Daher muß man beym Spritzen vorzüglich hierauf Acht haben. Denn hat man darauf keine Aufmerkſamkeit, ſo verdampfet die Hitze der hier und da noch gebliebenen Flamme ſchnell das Waſſer, womit das gelöſchte Holz angefeuchtet iſt, und dieß geräth dann wieder aufs neue in Brand.

Aus dieſer allgemeinen Regel iſt es nun leicht abzunehmen, was man in jedem Falle zu thun hat, um durch eine kleine oder tragbare gewöhnliche Brandſpritze aufs ſchleunigſte die Flamme zu löſchen: 1) wenn ſich der Brand nur erſt über ein einzelnes Zimmer erſtreckt, ſo ſtelle man die Spritze vor die Thüre oder vor ein offenes oder zerbrochenes Fenſter des Zimmers, und nun beſpritze man erſt denjenigen Theil, welcher am nächſten bey der Thüre oder dem Fenſter iſt, wodurch die Spritze gehet, und ſo bald die Flamme an der vom Waſſer berührten Stelle erlöſcht, ſo muß man in der größten Geſchwindigkeit die nächſten Theile beſpritzen, und auf ſolche Art den Strahl im Zimmer fortleiten, daß keine brennende Stellen zwiſchen den gelöſchten übrig bleiben. So bald man nun den Strahl auf dieſe Art ſo weit

im Zimmer herumgeleitet hat, als beym Stande der Spritze geſchehen kann, ſo bringe man die Spritze vor ein anderes Fenſter oder Oeffnung des Zimmers, und man beſpritze wieder ſo alles, was man mit dem Strahl erreichen kann. Auf dieſe Art dämpft man das Feuer beynahe ſo weit, daß man die Spritze in das Zimmer tragen kann. So bald dieß angehet, ſo wird man in einem Augenblicke alles, was noch brennt oder glimmt, auslöſchen können. In manchen Fällen kann man durch den Rauch oder Dampf gehindert werden, ſich in oder ſehr nahe bey der Thür des brennenden Zimmers zu ſtellen; in dieſem Falle muß man durch ſchleuniges Oeffnen oder Aufbrechen der Fenſter dem Rauche einen Ausgang verſchaffen. Je höher die Oeffnung gemacht wird, deſto beſſer wird der Rauch herausziehen. 2) Wenn das Feuer ſich nicht mehr über das Zimmer oder die Stelle erſtrecket, wo es entſtanden, ſondern ſchon in das obere Stock gedrungen iſt, muß man mit der tragbaren Spritze das Löſchen da anfangen, wo das Feuer ſeinen Urſprung genommen hat, um hernach zu den obern Theilen des Brandes fortzugehen. Jeder Brand wird allezeit am ſchnellſten gelöſchet werden, wenn man von unten anfängt; denn ſonſt wird oft das, was oben an einem Gebäude gelöſcht iſt, durch die Flammen, die aus den niedrigern Theilen aufſteigen, von neuen wieder angezündet. 3) Wenn auch das Feuer ſich zur Seite weiter ausgebreitet hat, als die Stelle, wo es entſtanden iſt, ſo muß man da zu löſchen anfangen, wo die Flamme an heftigſten iſt, und allezeit da, wo die ſtärkſte Gluth iſt, gerade zu hineinſpritzen, ſo daß das Waſſer immer das berühre, woraus die Flamme hervorkömmt. Nie ſollte man ſich durch die Heftigkeit des Feuers abſchrecken laſſen.

Wenn die Flamme ſchon ſo weit um ſich gegriffen hat, daß es ganz unmöglich iſt, ſich mit einer tragbaren Spritze derſelben zu nähern oder wenn ein ganzes Gebäude in völligen Flammen ſtehet, ſo muß man alsdann die gewöhnlichen großen Spritzen gebrauchen, und hierbey wird man folgendes

des zu beherzigen haben, was aus den Verſuchen des Herrn **van Marums** unmittelbar folget: 1) daß kein Feuer, von welchen brennbaren Materien es auch entſtanden ſeyn möge, als unlöſchbar zu betrachten ſey; daß man deßwegen nie das, was ein Mahl brennt, muß brennen laſſen, und daß man alſo nie die Spritzen allein zur Beſchützung der nächſten Gebäude gebrauchen muß, wie es aus dem ſchädlichen Vorurtheil der Unlöſchbarkeit bey einem heftigen Brande oft geſchehen iſt, 2) daß man damit anfangen muß, gerade in die ſtärkſte Gluth zu ſpritzen, und daß man immer das Waſſer zuerſt dahin bringen muß, wo die ſtärkſten Flammen hervorlodern, und daß man hierauf, wie ſchon geſagt worden, nach der Ordnung fortfahre, 3) daß man mit dem Löſchen ſo viel als möglich von unten anfange.

Was die tragbaren Spritzen noch anlangt, ſo müſſen ſie folgende Erforderniſſe haben, 1) müſſen ſie durch einen Mann getragen und regieret werden können, 2) müſſen ſie einen anhaltenden Strahl geben durch ein Spritzenloch von $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmeſſer, 3) muß dadurch daß Waſſer zur Höhe und in eine Entfernung von 40 Fuß gebracht werden können.

Mit einem vorzüglich lebhaften Glanze brennt eine jede Flamme in derjenigen Luftart, welche unter dem Nahmen Lebensluft genugſam bekannt iſt. Brennende Kerzen leuchten in ſelbiger auf 6 bis 7 Mahl länger als in der atmoſphäriſchen Luft. Phosphor, Kampfer und andere leicht entzündbare Materien brennen in ihr mit einem Glanze, welcher die Augen blendet. Dünner glühender Eiſendrath ſchmelzt und brennt darin wie Schwefelfaden, ein glimmender Span bricht in lichte Flammen aus, und glühende Kohlen werfen viele Funken mit Kniſtern um ſich herum.

Es gibt aber große Unterſchiede in der Flamme der verſchiedenen brennbaren Materien. Die Flamme reißt nämlich meiſtentheils durch die expanſive Kraft mechaniſch fremdartige Theile mit fort, welche den eigentlichen Rauch ausmachen, der ſich größtentheils an Körper unter dem Nah-

men Ruß anleget. Vorzüglich bemerkbar iſt dieſer Rauch und der abgeſetzte Ruß bey brennenden Oelen oder öligen Körpern. Auch ſondert ſich aus der Flamme der meiſten Körper eine wäſſerige Feuchtigkeit ab. Ferner lehret die Erfahrung, daß die Flamme der verſchiedenen Körper auch verſchieden iſt. So brennt z. B. der Weingeiſt mit einer bläulichen Flamme, Kupfer mit einer grünen, Zink mit einer blendend weißgelblichen, die Auflöſung der ſalzigſauren Strontionerde im Alcohol mit einer rothen Flamme u. ſ. f.

Verſchiedene brennbare Materien nehmen den Grad der Hitze, welcher zur Ausbrechung der Flamme erforderlich iſt, ſo geſchwind an, daß ihre Oberflächen durch ihre eigene Flamme beſtändig den zum Brennen nöthigen Grad der Hitze ſchnell genug erhalten können. So brennt z. B. entzündeter Weingeiſt beſtändig fort, bis er ſich völlig verzehret hat, ohne ihn weiter zu erhitzen. Andere brennbare Materien hingegen erhitzen ſich weit langſamer, und erhalten an der Oberfläche den zum Brennen nöthigen Grad der Hitze zu ſpät, um eine ununterbrochene Flamme zu erhalten, wie z. B. Oel, Talg, Wachs u. d. g. Daher ſind auch bey Lampen und Kerzen Dochte nöthig, in deren ganz feinen Röhrchen das Oel, oder der geſchmolzene Talg oder das Wachs hinaufſteiget, durch die Hitze in feine Theilchen getheilet wird, und ſo der Flamme Nahrung gibt. Könnte eine große Menge von Oel auf einmahl zufließen, ſo würde dieſe die Hitze vielmehr vermindern und zuletzt die Flamme verlöſchen, weil ſie nicht ſo geſchwind ſtark genug erhitzt werden könnte. Die Flamme ſteht auch bey einer Kerze immer nur an der Spitze des Dochtes und etwas über der Oberfläche des Talges, weil dieſe diejenige Hitze zu erhalten nicht vermag, daß ſie ſelbſt brennen kann. Man ſieht alſo hieraus, daß der Docht bey einem Lichte oder bey einer Kerze ein weſentliches Stück iſt. Da aber dieſes theils ſich ſelbſt verzehret, theils aber auch zur Unterhaltung der Flamme ganz untauglich wird, wenn die Röhrchen deſſelben durch Unreinigkeiten verſtopft ſind, ſo daß keine öligen Theile mehr aufſteigen können, ſo ſieht man hieraus die

Unmög-

Unmöglichkeit eines ewigen Dochtes; noch vielmehr aber erhellet die Thorheit eines ewigen Lichtes, welches gar keine Nahrung gebrauchet, wie ſolches den Alten bekannt geweſen ſeyn ſoll.

In der freyen Luft ſteigt die Flamme in die Höhe, und nimmt dabey gemeiniglich eine koniſche Geſtalt an, wobey ſie ſich ſehr beträchtlich verlängert, wenn man ſie mit einem engen Ringe umgibt, oder mit einer engen Glasröhre von 7 bis 8 Linien Durchmeſſer auffängt. Auch zeigt ſich die Verlängerung, wenn die Flammen zweyer Kerzen in Berührung zuſammengebracht werden.

Die Alten hielten die Flamme mit dem Feuer für einerley, und gedachten ſich ſelbige als einen elementariſchen Stoff. So glaubten die Peripatetiker, daß die Flamme und das Feuer aus dem brennenden Körper als eine elementariſche Subſtanz herausginge. Ob man nun gleich im gemeinen Leben unter dem Worte Feuer meiſtentheils das Küchenfeuer ſich denket, und mithin Feuer und Flamme für identiſch hält, ſo muß man doch im wiſſenſchaftlichen Vortrage Feuer und Flamme wohl von einander unterſcheiden. Schon **van Helmont** [a]) betrachtete die Flamme als einen Zuſtand, in welchen die Theile des brennenden Körpers gerathen, und nahm das Feuer als ein Mittelding zwiſchen Subſtanz und Eigenſchaft an.

Carteſius [b]) hält das Feuer für die Form, welche die groben erdigen Theile annehmen, wenn ſie einzeln der Bewegung der feinen Materie oder des erſten Elementes folgen. So iſt nach ihm die Lichtflamme ein Ausfluß von öligen Theilchen, welche durch dieſe feine Materie mit fortgeriſſen, und daher in eine ſchnelle Bewegung verſetzet werden. Weil ſich nun dieſe feine Materie von der Erde zu entfernen ſtrebet, ſo entſteht daraus das Aufſteigen der Flamme in der Luft. Die Geſtalt des zweyten Elementes und die erdigen Theile der Luft, welche die Stelle der Flamme einnehmen

 wollen,

a) Opera omnia. Francof. 1707. 4. p. 120. de formarum ortu §. 24.
b) Principia philoſophiae. P. IV. §. 80 ſq.

wollen, würden aber dieſe ſogleich auslöſchen, wenn nicht die öligen und erdigen Theile aus dem Dochte der Lampe jenen Theilen entgegen wirkten. Vermöge dieſes Widerſtandes wird aber die Flamme in der Höhe mehr geſchwächt, und eben daher rührt die ſpitzige Geſtalt der Flamme. Da nun nach **Carteſius** kein leerer Raum in der Welt anzutreffen iſt, ſo muß auch die Luft, welche durch den Dampf und durch die Flamme aus der Stelle getrieben wird, durch eine kreisförmige Bewegung an die Oberfläche der Flamme und an den untern Theil des Dochtes herabgehen, und dadurch die öligen Theile des Lichtes gleichſam in die Höhe preſſen, um der Flamme auf dieſe Art Nahrung zu verſchaffen.

Die gemeinſte und gewöhnlichſte Meinung der mehreſten Naturforſcher und Chemiker von der Flamme, iſt dieſe geweſen, daß man unter ſelbiger den entzündeten und glühenden Dampf, welcher aus dem brennenden Körper in die Höhe ſteiget, und von der Hitze entzündet wird, verſtanden hat. So verſchiedene Begriffe man ſich auch von dem Feuer und dem Verbrennen der verbrennlichen Körper gemacht hat, ſo iſt man doch in dieſer Meinung beſtändig einig geweſen. Dieſe Meinung wird von **Newton** [α]) in ſeiner Optik als eine Frage vorgetragen, wobey er das Feuer als eine ſchwingende Bewegung der Theile des brennenden Körpers hält. In der hierher gehörigen Frage drückt er ſich ſo aus: annon flamma vapor eſt, fumus ſ. exhalatio candefacta, h. e. calefacta vsque eo, vt lumen emittat? corpora enim flammam non concipiunt, niſi emittant fumum copioſum, qui porro fumus ardet in flamma. Auch andere Naturforſcher und Chemiker, welche das Feuer als etwas wirklich materielles annehmen, ſind dieſer Meinung zugethan, wie z. B. **Boerhaave** [β]), **Muſſchenbroek** [γ]), **Nollet** [δ]) und andere. Den Abt **Nollet** erkläret hieraus die

α) Optice, lat. redd. *Clarke.* Lond. 1706. 4. p. 294.
β) Elementa chymiae. Sect. de igne.
γ) Introductio ad philoſoph. natural. To. II. §. 1645.
δ) Leçons de phyſique, To. IV. p. 471 ſq.

die kegelförmige Geſtalt der Flamme auf folgende Art: die Dämpfe, folglich auch die brennenden, oder die Flamme, würden ohne äußere Gegenwirkung ſich völlig kugelförmig ausbreiten; die umgebende Luft aber, in welcher die Flamme nach hydroſtatiſchen Geſetzen vertikal aufſteigen muß, verurſachet durch ihren Seitendruck, daß ſich die kugelförmige Geſtalt in eine cylindriſche verwandele. Die Dämpfe erſtrecken ſich nun viel weiter in die Höhe, als wir die Flamme ſehen, durch Abkühlung der äußern Luft brennen ſie nur nicht mehr. Dieſe Erkältung fängt ſich an den äußern Theilen an, indem der Kern oder die Axe der Flamme die Glühehitze am längſten behält. Hieraus folgt alſo, daß die äußern Theile der Flamme nach oben zu immer mehr verlöſchen, und die cylindriſche Form muß ſich nach oben zu immer weiter gegen die Axe zu zuſammenziehen, woraus eben die kegelförmige Form der Axe herrühret. Daraus ließe ſich nun auch erklären, warum ſich die Flamme verlängern müſſe, wenn man ſie in einen engen Ring oder in eine enge gläſerne Röhre einſchließet, oder wenn man zwey Flammen aneinander bringt; denn im erſten Falle können ſich die brennenden äußern Dämpfe nicht ſo geſchwind erkalten, und im andern Falle werden die ſchon erkalteten und verloſchenen Dämpfe wieder angezündet.

So viele Erſcheinungen ſich auch aus dieſer angeführten Meinung über die Flamme ſehr leicht erklären laſſen, ſo läßt ſich daraus doch nicht einſehen, warum zur Erzeugung und zur Erhaltung der Flamme der Zugang der freyen unverdorbenen Luft als nothwendige Bedingung angenommen werden muß. Herr **Erxleben** *) ſaget zwar, man wiſſe gegenwärtig mit Gewißheit, daß die Luft der Flamme den Dienſt leiſte, daß ſie das Wäſſerige und andere Theile, welche ſich etwa mit in der Flamme befinden, und ſelbſt zur Bildung derſelben nichts beytragen können, auflöſen und fortführen muß, damit dieſe Theile die Flamme nicht auslöſchen. Vielleicht müſſe aber auch die Luft die Theile der Flamme ſelbſt bey einander halten, damit ſie ſich nicht zerſtreuen, ohne

*) Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft §. 442.

eine Flamme zu bilden. Hieraus ließe ſich auch begreifen, warum in der Kälte eine Flamme lebhafter brenne, als in der Hitze. Allein Herr **Lichtenberg** erinnert hierbey mit Recht: fixe Luft oder phlogiſtiſche oder inflammable Luft u. ſ. f. würde die Flamme eben ſo gut zuſammenhalten und die wäſſerigen Theile fortführen, als die atmoſphäriſche, und dennoch verlöſcht ein Licht in denſelben augenblicklich. In den neuern Zeiten hat man darauf mehr Rückſicht genommen, und alles weit natürlicher und einfacher aus wirklichen Thatſachen erkläret, wovon nachher mit mehreren geredet werden ſoll.

Stahl [α]) that zuerſt dar, daß wäſſerige Theile bey der Flamme anzutreffen wären, und behauptet, daß diejenigen Körper, welche kein Waſſer enthalten, auch nicht in Flamme gerathen könnten, oder wenn ſie nicht wäſſerige Feuchtigkeit aus der Luft an ſich ziehen könnten, oder mit Waſſer, welches in ſehr feine Theile oder Dämpfe verwandelt ſeyn müſſe, verſehen würden. So brennen, nach ihm, Kohlen mit Flamme, wenn ſie Feuchtigkeit aus der Luft an ſich ziehen. Dieſes hat **Pott** [β]) durch neue Verſuche noch mehr zu beſtätigen geſucht. Wenn das Bild einer Lichtflamme in einem verfinſterten Zimmer aufgefangen wird, ſo zeigt ſich um ſelbige eine Art von Atmoſphäre, welche größtentheils aus wäſſerigen Theilen beſtehet. Dieſe Atmoſphäre iſt deſto größer, und die Flamme deſto breiter, je mehr Waſſer der brennbare Körper enthält. Auch wird durch Verſuche mit der Dampfkugel beſtätiget, daß der Waſſerdampf gegen glühende Kohlen geblaſen, die Hitze derſelben ungemein vergrößert, wovon auch Herr **Klipſtein** [γ]) zur Verſtärkung der Hitze durch das Gebläſe Gebrauch gemacht hat. So wichtig aber dieſe Verſuche ſind, ſo iſt doch noch nicht ausgemacht, ob nicht Luftverwandlungen, und welche dabey vorgehen,

α) Experimenta, obſeruationes et animadv. CCC. Berol. 1731. 8. §. 81.
β) Vom Licht und Feuer in der Lithogeognoſie. Berlin. 1746. 4.
γ) Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik u. Naturg. B. III. St. 2. S. 169.

vorgehen, wenn Waſſerdämpfe gegen glühende Kohlen geblaſen werden. Selbſt fixe Luft gegen eine Lichtflamme ſcharf geblaſen, löſcht dieſelbe nicht aus, indem dadurch, nach Herrn **Lichtenbergs** Vermuthung, ein Zug in der atmoſphäriſchen Luft nach der Flamme hin bewirkt wird, der hinreichend iſt, ſie zu unterhalten.

Im Jahre 1738 wurde von der Akademie der Wiſſenſchaften zu Berlin der Preis über die Frage von der Natur und Fortpflanzung des Feuers, unter die drey Schriftſteller, **Euler**, **P. Lozeran de Fieſc** und dem Grafen **von Crequy**, von welchen Schriften eingelaufen waren, vertheilet. Ihre Theorien aber ſind auf Hypotheſen gebauet, welche auf gar keine Erfahrung ſich ſtützen. **Euler** [α]) verſteht unter der Flamme einen mit der Feuermaterie angefüllten Raum. Nach ſeiner Hypotheſe müßte aber dieſe Materie durch die Explosion, in welcher das Feuer beſtehet, mit Gewalt zerſtreuet werden, daher nimmt er an, daß der Aether durch ſeine Elaſticität dieſe Feuermaterie in der Geſtalt der Flamme zuſammenhalte, und durch ſeine beſtändige Erſchütterung dabey das Leuchten verurſache. Nach der Meinung des **P. Lozeran de Frieſc** [β]), iſt Rauch, Feuer und Flamme nicht verſchieden; ſie beſtehen aus flüchtigen Salzen, Schwefel, Luft und Aether, und ſind mehrentheils mit ſehr fein zertrennten und im Wirbel bewegten wäſſerigen, erdigen und metalliſchen Theilen vermiſcht. Nur im Rauche iſt die Bewegung nicht ſo ſchnell, als im Feuer und in der Flamme. Der Graf **Crequy** [γ]) hält Feuer und Flamme für die Auflöſung der Körper durch den doppelten Strom einer unſichtbaren Materie, welche ihre Bewegung den Körpern mittheilet, ſo oft ſich ihre beyden Ströme nicht diametral durchdringen können.

Nachdem die Natur der brennbaren Luft genauer unterſuchet wurde, ſo kam man durch verſchiedene Verſuche auf den

α) Diſſ. de igne §. 24. im recueil des pièces, qui ont remportés le prix de l'Acad. roy. an. 1738.
β) Diſcours ſur la propagation du feu; auch im recueil etc.
γ) Explication de la nature du feu; ebenſ. im recueil etc.

den Gedanken, daß die Flamme der entzündeten Körper nichts weiter ſey, als eine entzündete Miſchung brennbarer und reiner Luft, wovon jene aus dem brennbaren Körper, und dieſe aus der atmoſphäriſchen Luft kömmt. Dieſe Muthmaßung hatte zuerſt Herr **Volta** *). Vermöge der Natur der brennbaren Luft kann dieſe mit Ausſchluß der atmoſphäriſchen oder dephlogiſtiſirten Luft in keinem bleibenden Zuſtande der Verbrennung beharren; daher erkläret es ſich ganz ungezwungen, warum der Zutritt der atmoſphäriſchen Luft zur Unterhaltung der Flamme nothwendig erfordert wird, und warum die reine Luft derſelben zur Erzeugung und Erhaltung ſo ſehr vortheilhaft iſt. Weil ferner nach den Beobachtungen der Herrn **Cavendiſh**, **Watt**, **Lavoiſier** und **la Place**, die Miſchung von brennbarer und atmoſphäriſcher Luft durch die Abbrennung in Waſſer verwandelt wird, ſo iſt auch hieraus begreiflich, warum ſelbſt die reinſten Flammen ſo viel Waſſer geben, daß es ſich durch einen über der Flamme angebrachten Helm auffangen läßt. Streitig iſt hierbey nur noch, ob das Waſſer aus Beſtandtheilen der zerſetzten Luftarten erzeuget, oder ob es aus den Luftarten ſelbſt nur ausgeſchieden werde.

Nach der Theorie, welche **Scheele** vom Feuer entworfen hat β), iſt die Materie der Hitze eine Zuſammenſetzung vom Brennbaren und reiner Luft, welche durch ſeine Anziehung aus dem brennenden Körper immer mehr Brennbares entwickelt, und hierdurch immer mehr Intenſität erhält. Zuletzt verwandelt ſich die mit Brennbaren überſättigte reine Luft in Licht und brennbare Luft, und hieraus läßt ſich die Entſtehung der Flamme, nach **Volta's** Meinung, ſehr leicht ableiten.

Craw-

*) Lettere ſull' aria nativa delle paludi. Como 1776. 8. Briefe über die natürlich entſtehende entzündbare Sumpfluft, a. d. Italiän. Winterthur 1778. 8.

β) Chemiſche Abhandlung von der Luft und dem Feuer. Upſala und Leipz. 1777. 8.

Crawford hat über die Natur der Flamme gar nichts Beſtimmtes angegeben. Richard Kirwan [α]) aber hat die Theorie des Herrn Crawford mehr zu erläutern und darzuthun geſucht, daß das Brennbare bey der Verbrennung in die Geſtalt eines luftförmigen Stoffs entwickelt werde, und eigentlich nichts weiter ſey, als eine von fremdartigen Stoffen gereinigte brennbare Luft. Nach Crawford wird nun die Verbrennung durch eine doppelte Verwandtſchaft bewirket, nämlich auf der einen Seite zwiſchen Feuermaterie und dem brennenden Körper, und auf der andern zwiſchen dem Brennbaren und Luft: folglich muß alsdann das luftförmig entbundene Brennbare ſich mit der atmoſphäriſchen Luft verbinden, welche Miſchung durch den Ueberſchuß der aus der Luft geſchiedenen Wärme, die der brennende Körper nicht ganz aufnehmen kann, entzündet wird, daß mithin auch nach dieſer Theorie die Flamme gar wohl als eine entzündete Miſchung vom Brennbaren oder brennbarer Luft und reiner Luft betrachtet werden kann.

Herr de Lüc [β]) unterſcheidet bey Entſtehung der Flamme vorzüglich zwey Fälle. Bey dem erſten wird die zur Verbrennung erforderliche reine Luft nicht zerſtört, ſondern allein durch fixe Luft vermittelſt Umwandlung oder Unterſchiebung erſetzet. Dieß erfolget z. B. bey der Verbrennung der Kohle, und anderer bloß glühender Körper, auch zum Theil bey den gemeinen Lampen und Kerzen, und überhaupt bey den ſchwach mattbrennenden Flammen. In dieſem Falle ſcheint die Verrichtung der dephlogiſtiſirten Luft bloß dieſe zu ſeyn, daß ſie nur die ſchwere Subſtanz, welche ſich aus dem brennenden Körper entwickelt, und einen Beſtandtheil der brennbaren Luft ausmachet, aufnimmt. Dieſe ſchwere Subſtanz iſt nach Herrn de Lüc das ſo genannte Phlogiſton der Chymiker, welches das Feuer bildet, ohne daß dabey brennbare Luft entwickelt

α) Experim. and obſervat. on the ſpecific gravities and attractive powers, of various ſal. ſubſtances etc. Lond. 1781. 4. Verſuche und Beobachtungen über die Salze und die neuentdeckte Natur des Phlogiſton, a. d. Engl. von Crell. Berl. u. Stett. 1783. 8.

β) Neue Ideen über die Meteorologie. §. 180 u. f.

wickelt wird. Hierdurch verwandelt ſich die Luft auf eine noch ſehr dunkele Art in fixe Luft. Es kömmt alſo das bemerkte Feuer nicht aus der Luft, ſondern ganz allein aus dem brennenden Körper. Da nun noch außerdem die fixe Luft zu ſchwer iſt, und daher durch die Wärme nicht ſo leicht erhoben werden kann, wodurch der Zufluß anderer reiner Luft merklich verhindert wird, ſo erhellet hieraus die weit geringere Menge Feuer. Was den zweyten Fall betrifft, ſo wird die dephlogiſtiſirte Luft durch wirkliche Verbrennung dadurch zerſetzt, daß ſich die aus dem brennbaren Körper wirklich entwickelte brennbare Luft mit der dephlogiſtiſirten vermiſcht. Dieß geſchieht bey der Verbrennung des Phosphors, und überhaupt bey lebhaftern Flammen. Bey dieſem Falle kömmt alſo das Feuer nicht allein aus dem verbrennlichen Körper, ſondern aus der Zerſetzung der Luft wird auch ein ſehr großer Theil frey. Es entſteht daher auch eine ſehr große Hitze; der nöthige Grad der brennenden Wärme iſt bey der Vermiſchung der brennbaren und der dephlogiſtiſirten Luft vorhanden, ſie zerſetzen ſich, und verwandeln ſich in einen mit freyem Feuer überladenen Waſſerdunſt. Die Flamme iſt dieſer Dunſt ſelbſt, und ihr Glanz rührt von der Zerſetzung von einem Theile des freyen Feuers her, welcher deſto ſtärker iſt, je größer die Dichtigkeit des freyen Feuers iſt. Nachdem der Waſſerdunſt ſein Feuer an dem Orte, welchen die Flamme anzeigt, fahren gelaſſen hat; ſo vermiſcht er ſich mit der obern Luft, und erhebt ſich ſchnell mit ihr; daher folgt ihr die untere Luft mit eben der Schnelligkeit um die Flamme herum nach, und erneuert alſo dieſelben Wirkungen. Man kann folglich auch nach dieſer Theorie die Flamme als eine entzündete Miſchung von brennbarer und dephlogiſtiſirter Luft erklären.

Nach den neueſten Erfahrungen iſt wohl die Flamme in den bisher bekannten Fällen der Zerſetzung der Luftarten zu zuſchreiben. Bey dieſer Zerſetzung wird nämlich Wärme und Licht frey. Dieſer Theorie widerſprechen auch die Verſuche der holländiſchen Gelehrten nicht, welche in mephitiſchen Luftarten auch ohne Zerſetzung derſelben und ſelbſt im

luſtleeren

luftleeren Raume Entzündungen hervorgebracht haben wollen. Deutſche Chymiker, welche dieſe Verſuche wiederhohlet haben, bemerkten dabey keine Flamme, nur Glühen. M. ſ. den Artikel **Verbrennung**. Geſetzt aber auch, es fände hierin eine wirkliche Flamme Statt, ſo wird ſich auch dieſes nach Herrn **Lichtenbergs** Bemerkung erklären laſſen, indem es gar nicht in ſich widerſprechend iſt, daß Hitze mit Licht auch bey plötzlichen Zerſetzungen anderer Körper entſtehen könne ſo gut wie bey Zerſetzungen der Luftarten.

Was die Farbe der Flamme betrifft, welche bey verſchiedenen verbrennlichen Körpern auch ſehr verſchieden ſeyn kann, ſo leitet dieſe Herr **Gren** *) aus dem verſchiedenen quantitativen Verhältniſſe des Brennſtoffs zum Wärmeſtoffe bey ihrer Verbindung durchs Verbrennen her, betrachtet aber dieſe Verbindung als chemiſches Produkt. Meiner Meinung nach halte ich das quantitative Verhältniß beyder Stoffe gegen einander allein nicht für hinreichend, um die Verſchiedenheit der Farben der verſchiedentlich verbrennlichen Körper davon abzuleiten. Denn dieß Verhältniß allein könnte nichts weiter als größere oder geringere Hitze, mithin nur größere und geringere Flamme bewirken, aber offenbar kein chemiſches Produkt, als welches eine Durchdringung des Brennſtoffs und des Wärmeſtoffs erfordert. Soll alſo aus der Verbindung des Brennſtoffs mit dem Wärmeſtoffe die Farbe der Flamme nach Herrn **Gren** wirklich hergeleitet werden können, ſo muß eine chemiſche Durchdringung, mithin vielmehr ein qualitatives Verhältniß dieſer beyden Stoffe, Statt finden.

M. ſ. **Macquers** chemiſches Wörterbuch Art. **Flamme. Erxleben** Anfangsgründe der Naturlehre, ſechste Auflage §. 437 — 447.

Fläſchen, bologneſer ſ. **bologneſer Fläſchen.**

Flaſche, geladene, leidner Flaſche, kleiſtiſche Flaſche, elektriſche Flaſche, Ladungsflaſche, Verſtärkungsflaſche (Phiala Leidenſis, phiala electrica, lagena

*) Grundriß der Naturlehre, 3te Aufl. Halle 1797. 8. §.

lagena armata, bouteille de Leide, bouteille électrique). Wenn man einer gewöhnlichen gläſernen Flaſche auf der innern Seite eine gewiſſe Art der Elektricität und auf der äußern die jener entgegengeſetzte Art mittheilet, ſo ſagt man alsdann, die Flaſche ſey geladen. Statt der Flaſche kann ein jeder anderer dünner elektriſcher Körper dienen, wie z. B. eine Glasplatte von gemeinem Fenſterglas, eine Platte von Harz oder Siegellack, welche alsdann **geladene elektriſche Platten** heißen. Wenn man die beyden verſchiedenen Arten der Elektricitäten, welche durch den dazwiſchen liegenden elektriſchen Körper von einander getrennt ſind, durch irgend ein Mittel vereiniget, oder zuſammenbringt, ſo nimmt man eine ſtarke Exploſion wahr, welche der **elektriſche Schlag**, und die ganze Ereigniß der **leidenſche, kleiſtiſche** auch der **muſſchenbroekiſche Verſuch** oder die **Entladung** genannt wird.

Die Ladungsflaſche oder Platte kann eine mannigfaltige Einrichtung erhalten. Gewöhnlich wird dazu Glas genommen. Je größer dieſes iſt, deſto ſtärker kann es geladen werden. Wie ſtark aber das Glas ſeyn müſſe, das kann im Allgemeinen gar nicht beſtimmt werden; gemeiniglich hält man dafür, daß dünneres Glas ſtärker und in kürzerer Zeit geladen werden könne, als dickeres; allein es iſt auch der Gefahr zu zerſpringen mehr ausgeſetzet, als dieſes und Herr **Bohnenberger** *) hat darzuthun ſich bemühet, daß dickeres Glas an ſich ſtärker als dünneres geladen werden könne, vorausgeſetzet, daß die Maſchine verhältnißmäßig ſtark genug wirke. Die Geſtalt des Glaſes mag übrigens beſchaffen ſeyn, wie ſie will, ſo erfolgen die Wirkungen auf die nämliche Art. Zum einzelnen Gebrauche nimmt man meiſtentheils Zuckergläſer von mittlerer Größe, und zu einer Batterie eben dergleichen, welche etwas ſtarkes und wohl abgekühltes Glas beſitzen.

Weil

*) Beyträge zur theoretiſchen und praktiſchen Elektricitätslehre. 1s u. 2s Stück.

Weil nun alle elektriſche Körper, mithin auch das Glas, die mitgetheilte Elektricität nur an der berührten Stelle annehmen, und ſelbige nicht über die ganze Oberfläche von ſelbſt vertheilen, ſo iſt man genöthiget, beyde Flächen mit einer leitenden Subſtanz zu überziehen, welches man **die Flaſche** oder **die Platte belegen** nennt. Hierdurch erhält man den nicht geringen Vortheil, daß ſich die mitgetheilte Elektricität, ob ſie gleich nur auf einer Stelle hingeleitet wird, dennoch von ſelbſt über die ganze belegte Fläche ausbreitet, und eben ſo beym Entladen von dieſer Fläche auf ein Mahl herausgehet. Zur Belegung kann jede leitende Subſtanz genommen werden, als Zinnfolie, Goldblättchen, Stanniol, Goldpapier, Silberpapier, Meſſing- oder Eiſenfeilſpäne u. dergl. Am beſten iſt hier zu gebrauchen Zinnfolie und Stanniol, indem ſich dieſe Subſtanzen ſehr leicht auf der äußern Seite ankleben laſſen. Wenn man zu den Verſtärkungsflaſchen gewöhnliche gläſerne Flaſchen mit engen Hälſen gebraucht, ſo wird alsdann Zinnfolie oder Stanniol an der innern Seite nicht angebracht werden können; alsdann füllt man dergleichen Flaſchen mit Feilſpänen, oder mit Schrot, oder mit Waſſer und dergleichen an; bey etwas größern Flaſchen aber, welche auf dieſe Art zu ſchwer würden, gießt man etwas Gummiwaſſer hinein, thut ein wenig Feilſpäne hinzu, und ſchwengt die Flaſche, bis ſich die Späne an die innere Wand dicht an einander angehänget haben, und durch das Gummiwaſſer kleben geblieben ſind. Die Belegungen aber mögen nun aber durch leitende Subſtanzen geſchehen, durch welche man will, ſo iſt es doch nothwendig, daß ſie ſich nicht ganz bis an die äußerſten Ränder des Glaſes erſtrecken, indem ſonſt die beyden entgegengeſetzten Elektricitäten offene Wege hätten, ſich den Augenblick mit einander zu vereinigen, mithin die Flaſche auf keine Weiſe mit Elektricität geladen werden könnte, zumahl da verſchiedene Glasarten die Elektricität an ihren Oberflächen ſehr leicht hinleiten. Man läßt daher an den Platten den äußern Rand ganz unbelegt, und die Flaſchen

belegt man nur bis auf einige Zolle unter dem Rande. Wenn man zur Belegung Stanniol oder ſonſt dünne Metallblätter gebrauchet, ſo kann man ſelbige auf beyden Seiten der Platte oder der gewöhnlichen Zuckergläſer am beſten mit aufgelöſeter Hauſenblaſe aufkleben. Um nun die möglichſt größte Wirkung zu erhalten, muß nach Herrn **Bohnenbergers** Erfahrung nicht allein die Dicke des Glaſes nach der Stärke der Maſchine eingerichtet, ſondern auch die Belegung ſo glatt und gleichförmig als möglich gemacht werden. Auch iſt es ſehr vortheilhaft, den unbelegten Theil des Glaſes mit Siegellackauflöſung zu überziehen, um dadurch die Anlegung der Feuchtigkeit zu verhüten. Herr **Cuthbertſon** *) hat zwar die Entdeckung gemacht haben wollen, daß die Wirkung der Flaſchen ganz außerordentlich verſtärket werde, wenn man den unbelegten Theil gefliſſentlich mit etwas Feuchtigkeit beſchlagen laſſe. Durch dieſes Mittel allein will Herr **Cuthbertſon** im Stande geweſen ſeyn, mit einer Maſchine von zwey Scheiben, jede von 18 Zoll Durchmeſſer, und einer einzigen Flaſche von 160 Quadratzoll Belegung einen Zoll Eiſendraht in Dunſt, 3 Zoll davon in ſpinnewebenartige Flocken von Eiſenkalk zu verwandeln, und 8 Zoll zu ſchmelzen. Allein der Ueberſetzer der cuthbertſonſchen Schrift bemerket mit Recht, daß der Dunſt, welchen **Cuthbertſon** zum Starkladen ſo dienlich finde, es nicht ſeyn könne, welcher dieſe Wirkung hervorbringe, wenn er darunter eine wirkliche Feuchtigkeit verſtehe; denn dieſe ſey alle Mahl ſchädlich. Vielmehr iſt er der Meinung, daß es der außerordentlich feine Staub ſey, welcher ſich ſelbſt in dem reinſten Zimmer befindet, welcher dieſe Wirkung hervorbringt, und daß dieſe Feuchtigkeit nur dazu diene, dieſen feinen Staub an das Glas zu befeſtigen, welcher alsdann die Wirkung hervorbringe, wenn die Feuchtigkeit verdunſtet iſt, welches in einem Zimmer bald erfolget. Aber eben dieß geſchiehet noch beſſer durch

den

*) Abhandlung von der Elektricität, dritte Fortſetzung, aus dem Holl. überſ. Leipz. 1796. 8.

den Siegellacküberzug, welcher den Staub noch mehr befeſtiget, als die Feuchtigkeit. Vielleicht liege auch hierin der Grund, warum man den Ueberzug vortheilhaft gefunden habe. Er habe ſchon lange bemerket, daß eine ganz neue mit Siegellack überzogene Flaſche anfänglich nicht ſo gute Dienſte leiſte, als nach einiger Zeit, auch daß ſie ſich außerordentlich ſtark laden laſſe, ungeachtet ſie voll von feinem Staube lag, ohne doch daran zu gedenken, daß dieſes die eigentliche Urſache ſeyn könne. Die Auflöſung des Siegellacks geſchiehet ſo: man zerſtößt es in einem Mörſer, gießt alsdann darauf höchſt rektificirten Weingeiſt, und beſtreicht mittelſt eines Pinſels den daraus entſtandenen Brey aufs Glas.

Wenn zu den Flaſchen Zuckergläſer gebraucht werden, ſo wird die Oeffnung mit einem Pappendeckel, welcher ebenfalls mit Siegellack überzogen iſt, bedecket, durch deren Mitte ein ſtarker Meſſingdraht hindurch gehet und mit der innern Belegung in Verbindung ſtehet. Ueber der Oeffnung muß er wenigſtens 8 Zoll über die Flaſche hervorragen, und endigt ſich in einen Knopf oder in eine Kugel von etwa $\frac{2}{3}$ Zoll Durchmeſſer. Vortheilhaft iſt es hierbey, wenn die Einrichtung ſo gemacht iſt, daß die kleine Kugel an den Draht an- und abgeſchraubet werden kann. Wird hingegen zur Flaſche eine gewöhnliche gläſerne Bouteille genommen, ſo wird die Oeffnung mit einem ganz dürren Kork, welcher in zerlaſſenes Wachs getauchet worden, verſchloſſen, durch deſſen Mitte ebenfalls ein Meſſingdraht, mit einem Knopfe verſehen, wie vorhin gehet. Uebrigens ſieht man leicht, daß ſich die Einrichtung der Flaſchen in Nebenumſtänden verſchiedentlich abändern laſſe. Zu ganz kleinen Verſuchen kann ſchon ein ganz gemeines Arzneyglas dienen, welches entweder mit Bleyſchrot, Eiſenfeile, oder Waſſer u. dergl. über die Hälfte angefüllet und mit Kork verſtopfet wird, durch welchen ein Draht mit einem Knopfe geht, welcher bis in die Füllung reicht. Die äußere Seite

wird alsdann entweder mit Zinnfolie oder Stanniol, oder Goldpapier u. dergl. überzogen.

Wenn die Ladungsflaſchen einen Sprung erhalten haben, ſo ſind ſie zum fernern Gebrauche nicht mehr tauglich. Um eine ſolche aber wieder brauchbar zu machen, gibt **Cavallo** *) folgende Methode an: man nimmt die äußere Belegung an dem zerſprungenen Theile ab, und erwärmet ihn etwas an der Lichtflamme. Während er nun noch warm iſt, tröpfelt man brennendes Siegellack auf die zerbrochene Stelle, ſo daß ſie ganz damit bedeckt wird; das Siegellack muß aber noch etwas dicker, als das Glas ſelbſt iſt, aufliegen; endlich wird das Siegellack und ein Theil des Glaſes mit einer Miſchung bedecket, die aus 4 Theilen Wachs, 1 Theil Terpentin und etwas Baumöl beſtehet, welche auf ein Stück Wachstaffet geſtrichen, und wie ein Pflaſter aufgeleget wird. Eine noch einfachere Methode, zerſprungene elektriſche Flaſchen zum Gebrauche wieder herzuſtellen, gibt Herr **J. P. Fokker** an, welche man beym **Cuthbertſon** findet: man ſtreicht nämlich nach abgenommener äußerer Belegung auf die zerſprungene Stelle $\frac{1}{3}$ Zoll dick gewöhnlich warm gemachtes Siegellack. Um aber dem Zerſprengen der Flaſchen vorzüglich bey großen Batterien abzuhelfen, hat Herr **Nairne** folgendes Mittel ſehr wirkſam gefunden; er entladet nämlich niemahls eine Batterie durch einen guten Leiter ohne den Weg des Ueberganges wenigſtens 5 Fuß lang zu laſſen. Herr **Nairne** verſichert, daß er bey dieſer Vorſicht eine ſehr große Batterie wohl hundert Mahl entladen habe, ohne eine einzige Flaſche zu zerſprengen, da ihn vorher beſtändig einige zerſprungen waren. Dabey muß man aber doch in Betrachtung ziehen, daß die Länge des Weges verhältnißmäßig die Stärke des Schlages vermindere.

Es iſt eben nicht nothwendig, daß zu den elektriſchen Flaſchen oder Platten Glas genommen werden müſſe. Ueberhaupt dienen dazu alle elektriſche Körper. So könnte man ſich

*) Vollſtändige Abhandlung der Lehre von der Elektricität Leipz. 1797. 8. B. I. S. 170.

ſich alſo auch Flaſchen von Porzellan hierzu bedienen, und ſtatt Glasplatten dünne Platten von Harz, Schwefel, Siegellack u. dergl. Verſuche dieſer Art hat Herr **Wilke** [α]) angegeben.

Weil die gewöhnlichen elektriſchen Flaſchen ihre Ladung nicht lange Zeit halten, ſo hat **Cavallo** [β]) eine Vorrichtung angegeben, welche die Ladung eine lange Zeit halten kann. Sie beſteht in folgenden: außer der innern und äußern Belegung, welche dieſe Flaſche mit allen ähnlichen gemein hat, iſt eine an beyden Enden offene Glasröhre in ihren Hals eingekittet, und geht ein wenig in die Flaſche hinein. An das untere Ende dieſer Glasröhre iſt ein kleiner Draht befeſtiget, welcher die innere leitende Belegung berühret. Der Draht mit dem Knopfe iſt in eine andere Glasröhre gekittet, welche beynahe doppelt ſo lang, aber enger iſt, als die in den Hals der Flaſche gekittete Röhre. In dieſe wird der Draht ſo eingekittet, daß an dem einen Ende derſelben bloß der Knopf, mit dem andern aber nur etwas weniges von dem Drahte hervorraget. Wenn man dieſes Stück mit dem Drahte bey der Mitte der Glasröhre anfaſſet, ſo kann man es in die andere im Halſe der Flaſche befindliche Röhre ſtecken, daß es den Draht an dem untern Ende desſelben berühret, oder es auch wieder herausnehmen, ohne dadurch die Flaſche zu entladen, wenn ſie ein Mahl geladen iſt. Auf ſolche Art kann die Flaſche wie gewöhnlich geladen und entladen werden. Nimmt man aber nach der Ladung die innere Röhre mit dem Drahte und Knopfe heraus, ſo iſt die innere Belegung ganz iſolirt, und es kann ſo die Flaſche hingetragen werden, wohin man will, ohne daß ſie die Ladung verlieret.

Eine auf vorhin beſchriebene Art eingerichtete Flaſche oder Platte wird geladen, wenn man der einen Belegung die

α) Schwediſche Abhandl. von 1758. der deut. Ueberſ. S. 241.
β) Vollſtänd. Abhandl. der Lehre von der Elektricität 1797. B. I. S. 324.

die poſitive und der andern die negative Elektricität mittheilet. Dieſe Mittheilung kann vermittelſt einer Elektriſirmaſchine ſehr leicht bewerkſtelliget werden. Wegen der gewöhnlichen Einrichtung der Maſchine theilt man der innern Belegung durch den erſten Leiter die poſitive und der äußern durch das iſolirte Reibzeug die negative Elektricität mit, indem man mittelſt einer Kette den mit dem Knopfe verſehenen Meſſingdraht mit dem Conduktor und mittelſt einer andern die äußere Belegung mit dem Reibzeuge verbindet. Allein es iſt gar nicht ein Mahl nothwendig, beyde Seiten durch Mittheilung zu elektriſiren. Man braucht bloß den Meſſingdraht durch eine Kette mit dem Conduktor der Maſchine in Verbindung zu bringen, und die äußere Belegung mit Leitern zu umgeben, welches geſchiehet, wenn die Flaſche oder Platte auf einen nicht iſolirten Tiſch oder auf ein Stativ geſtellet wird; denn in dieſem Falle erhält die äußere Belegung ſchon von ſelbſt die entgegengeſetzte der innern. Wäre hingegen die äußere Belegung iſoliret, wie z. B. wenn die Flaſche auf Glas, oder auf Pech u. dergl. ſtehet, ſo kann die Flaſche gar nicht geladen werden.

Wenn umgekehrt die äußere Belegung mit dem Conduktor, und die innere mit der Erde in einer Verbindung ſtehet, ſo wird dadurch die Flaſche ebenfalls geladen, nur erhält alsdann die äußere Belegung die poſitive, und die innere die negative Elektricität. Eben dieß würde man erhalten, wenn man die innere Belegung mit dem iſolirten Reibzeuge, und die äußere mit der Erde verbände.

Uebrigens überzeuget man ſich durch folgenden Verſuch, daß die Elektricität in den Oberflächen des Glaſes und nicht in den Belegungen hafte: man nehme ein Glas, klebe auswendig ganz leicht mit Wachs ein Blatt Stanniol und gieße in ſelbiges etwa bis zur Hälfte Waſſer; alsdann ſtecke man ins Waſſer ein Draht, welches oben ein Knöpfchen hat, nehme das Glas in die Hand, und lade es durch Anhaltung des Knöpfchens an den Conduktor der Maſchine. Hierauf kehre man das Glas um, und gieße das inwendige Waſ-

ſer

ſer aus, nehme auch die äußere Belegung ab, klebe eine andere an deren Stelle, und gieße anderes Waſſer ins Glas, ſo wird die Flaſche noch geladen befunden.

Die **Entladung** der elektriſchen Flaſche geſchiehet, wenn zwiſchen den beyden Belegungen eine leitende Verbindung Statt findet, oder wenn man mit dem Leiter von der einen Belegung der andern ſo nahe kömmt, daß die Elektricität derſelben die dazwiſchen liegende Luft durchbrechen kann. Gewöhnlich wird die Entladung der Flaſche durch den Auslader bewirket (m. ſ. **Auslader**), deſſen eines Ende an die äußere Belegung geſetzt, und das andere an den Knopf des in die Flaſche gehenden Meſſingdrahtes gebracht wird. Sobald man nur dieſes Ende dem Knopfe bis auf eine gewiſſe Weite nähert, ſo wird zwiſchen dem Knopfe und dieſem Ende ein Funke mit einem ſtarken Schalle entſtehen, und die Ladung der Flaſche wird bis auf einen kleinen Ueberreſt völlig verſchwunden ſeyn. Dieſen ganzen Vorgang nennt man einen **elektriſchen Schlag**. Merkwürdig iſt aber dabey, daß der Funke bey der Entladung der elektriſchen Flaſche zwar heftiger und mit einem ſtärkern Schalle verbunden, aber doch nie ſo lang iſt, als der aus einem elektriſchen Leiter herausgelockte Funke.

Wird die Flaſche durch einen lebenden thieriſchen Körper entladen, ſo verurſachet dieſe Entladung eine plötzliche Zuſammenziehung der Muſkeln, durch welche ſie ihren Weg nimmt, und eine unangenehme Empfindung. Wenn insbeſondere eine Perſon die äußere Belegung mit der einen Hand berühret, und die andere dem Knopfe nähert, ſo wird ſie vorzüglich eine heftige Erſchütterung in den Gelenken der Arme und Schultern und in der Bruſt empfinden. Wegen dieſer Wirkung heißt auch dieſer Schlag die elektriſche Erſchütterung (concuſſio, commotio electrica, commotion électrique). Es kann dieſer Schlag ſogar ſo ſtark ſeyn, daß er Thiere tödtet. Mit welcher erſtaunenden Geſchwindigkeit das Entladen einer geladenen leidner Flaſche geſchiehet, beweiſet folgender Verſuch; wenn ſich mehrere Perſonen,

ſonen, ſo viele als man will, zuſammen angefaſſet haben, und die erſte Perſon berührt die äußere Belegung, oder hält eine daran befeſtigte Kette, die letztere Perſon aber die innere Belegung oder den damit verbundenen leitenden Körper, ſo erhalten ſie alle in einem Augenblicke die Erſchütterung. Jedoch kann es auch unter gewiſſen Umſtänden möglich ſeyn, daß nur diejenigen, welche zunächſt der Flaſche ſich befinden, einen Schlag bekommen, die übrigen Perſonen aber nicht; ſind hingegen die Perſonen iſoliret, ſo empfinden ſie allemal eine Erſchütterung. Allein in dieſem letzten Falle werden die Perſonen nicht elektriſiret, ſo wie überhaupt kein leitender Körper eine Spur einer Elektricität zeiget, wenn der Erſchütterungsſchlag durch denſelben gegangen, ob er gleich iſoliret iſt. Vor mehreren Jahren wollte man zu Paris gefunden haben, daß der elektriſche Schlag bey impotentibus aufhöre *): allein Verſuche, welche der Graf von Artois mit Caſtraten der Oper anſtellen ließ, haben den Ungrund hiervon gezeigt. Der Grund, warum mannigmahl die mittleren Perſonen in dem vorigen Verſuche keine Erſchütterung empfinden, iſt dieſer, weil die Elektricität beſtändig den beſten Leitern folgt; zumahl wenn ſie die kürzeſten ſind; wenn daher der Fußboden, worauf die Perſonen ſtehen, feucht iſt, ſo wird die Elektricität dahin gehen, weil die Feuchtigkeit ein ſehr guter Leiter iſt. Uebrigens iſt es nicht nothwendig, daß die leitende Verbindung zwiſchen der äußern und innern Belegung aus einem einzigen ununterbrochenen Leiter beſtehen müſſe; vielmehr kann ſie ſehr lang gemacht, und aus gar ſehr verſchiedenen Körpern zuſammengeſetzet werden, wenn dieſe nur alle Leiter ſind, wie z. B. die Reihe von Perſonen, welche ſich alle zuſammengefaſſet haben. Selbſt das Waſſer eines Fluſſes, oder ein langer Strich naſſen Erdreichs, kann zu einem Theile der leitenden Verbindung gemacht werden. So ſtellte **Winkler** in Leipzig den 28ten Juli 1746 in

*) *Sigaud de la Fond* précis hiſtorique et expérimental des phénom. électr. Par. 1781. 8. p. 285.

in einem Garten [α]) einen Verſuch an, wobey drey Flaſchen in der Pleiſſe ſtanden, die entladen wurden, wenn man die Verbindungskette 30 Ellen weit davon ebenfalls in den Fluß hieng, und das andere Ende an den mit den Flaſchen verbundenen Conduktor brachte. Dieſe Verſuche wurden im Jahre 1747 von D. **Watſon** mit einigen Mitgliedern der Geſellſchaft zu London noch weiter getrieben [β]), und leitete endlich den Schlag durch eine Verbindung von vier engliſchen Meilen, nämlich zwey Meilen Draht und zwey Meilen trockenen Erdboden.

Iſt der leitende Körper, durch welchen der Erſchütterungsfunke gehen ſoll, aus mehreren aus einander ſtehenden, ſich aber nicht berührenden Theilen zuſammengeſetzet, ſo entſtehen zwiſchen der Unterbrechung Funken; dieſe Unterbrechungen müſſen aber nicht einen zu großen Raum einnehmen, weil ſonſt entweder gar keine Entladung geſchiehet, oder nur langſam, und zwar mit einem ziſchenden Geräuſche, wobey man an den Unterbrechungen der Theile der leitenden Subſtanz feurige Büſchel wahrnimmt, welche ſich bey Annäherung leitender nicht iſolirter Körper in Funken verwandeln; an dem menſchlichen Körper, z. B. an der Hand, verurſachen dieſe Funken eine überaus widrige Empfindung, und heißen deßwegen auch **ſchneidende Funken.**

Die Entladung der Flaſchen kann aber auch ſehr ſtillſchweigend, d. i., ohne Schlag bewirket werden. Wenn man nämlich an die äußere Belegung einen Finger bringt, und der innern Belegung oder den damit verbundenen Leiter langſam eine leitende Spitze nähert, oder die innere Belegung mit dem Finger, und die äußere mit der Spitze eines leitenden Körpers berühret. M. ſ. **Spitzen.** Auch wenn die eine Belegung mit der Erde in Verbindung ſtehet, und die andere der Luft ausgeſetzet iſt, ſo wird die elektriſche Flaſche gleichfalls ihre Elektricität nach und nach verlieren, weil die Luft kein vollkommener elektriſcher Körper iſt. Daher

α) Prieſtley Geſchichte der Elektricität durch Krünitz. S. 59.
β) Prieſtley Geſchichte der Elektricität. S. 71 f.

kömmt es auch, daß die gewöhnlichen Flaſchen von ſelbſt ihre Elektricität in der Luft verlieren. Auch wird eine ſtille Entladung auf folgende Art erfolgen: wenn man um die äußere Belegung einer Flaſche einen Ring mit einem krumm gebogenen Drahte, welches oben ein Knöpſchen beſitzet und dem Knöpſchen der Flaſche gerade gegenüber ſtehet, befeſtiget, hierauf einen an einem Faden hangenden leicht beweglichen Körper zwiſchen die Kugel des in der Flaſche befindlichen Drahtes und zwiſchen die Kugel des äußern Drahtes bringt; denn alsdann wird dieſer leichte Körper eine Zeitlang hin und her ſpielen, und auf dieſe Weiſe eine Flaſche nach und nach entladen. Dieß iſt zugleich ein Beweis, daß die innere Seite eine Elektricität beſitzet, welche der, die die äußere hat, entgegengeſetzet iſt. Hat alſo die innere Seite + E, ſo hat die äußere — E, und umgekehrt, hat die innere — E, ſo hat die äußere + E.

Wenn eine Flaſche iſoliret iſt, und ihre äußere Belegung mit einer andern nicht iſolirten Flaſche durch einen leitenden Körper verbunden wird, ſo werden nun beyde Flaſchen mit Elektricität geladen. Auf eben dieſe Art können mehr als zwey Flaſchen auf einmahl geladen werden, jedoch wird aber ihre Elektricität nie ſo ſtark werden, als wenn ſie einzeln geladen werden.

Wird die eine Belegung einer geladenen Flaſche allein mit dem Finger oder einem andern Leiter berühret, ſo erfolget keine Entladung (bisweilen nur ein ganz kleiner Funke am Knopfe), der Schlag erfolget erſt, wenn der Leiter beyde Seiten zugleich berühret. Man kann daher die geladene Flaſche ſicher an der äußern Belegung oder auch am Knopfe anfaſſen, und ſie ſo von einem Orte zum andern tragen, ohne daß eine Entladung erfolget, wenn man ſich nur in Acht nimmt, daß die andere Seite von keinem andern Theile eines Körpers berühret werde.

Mit der leidner Flaſche laſſen ſich ſehr viele belehrende und unterhaltende Verſuche anſtellen, wovon man hinläng-

lichen

lichen Unterricht bey **Adams** [α]), **Donndorf** [β]) und **Cavallo** [γ]) findet.

Der erſte, welcher die Empfindungen einer elektriſchen Erſchütterung wahrnahm, war der Engländer **Stephan Gray** im Jahre 1735 [δ]). Allein er hat darüber weiter nicht nachgedacht, und kann daher auch nicht als der Erfinder dieſes merkwürdigen Verſuchs betrachtet werden. Dieſe wichtige Entdeckung war vielmehr dem Prälaten **von Kleiſt**, Decan des Domkapitels zu Camin in Pommern im Jahre 1745 vorbehalten. Dieſer gab am 4ten November dieſes Jahres dem D. **Lieberkühn** zu Berlin, und den 28ten Nov. dem damahligen älteſten Diaconus, **Paul Swietlicki** zu Danzig, und bald darauf auch dem Profeſſor **Krüger** in Halle hiervon Nachricht, welche erſterer der berliner Akademie der Wiſſenſchaften, der zweyte der naturforſchenden Geſellſchaft zu Danzig, und der dritte bereits ſchon im Jahre 1746 drucken ließ [ε]). Dieſe Nachricht iſt folgende: wenn ein Nagel oder ſtarker meſſingener Draht u. d. g. in ein kleines Medicinalgläschen geſteckt und elekeriſiret wird, ſo erfolgen beſonders ſtarke Wirkungen. Das Gläschen muß recht trocken oder auch warm ſeyn. Thut man ein wenig Queckſilber oder ein Paar Tropfen Weingeiſt hinein, ſo geht alles noch beſſer von Statten. So bald das Gläschen mit dem Nagel von dem elektriſchen Glaſe oder der Röhre weggenommen wird, ſo äußert ſich der flammende Strahlenbüſchel, und man kann mit der brennenden Maſchine über 60 Schritte in dem Gemache herumgehen. Elektriſiret man den Nagel ſtark, welches ſich an dem in dem Gläschen ſich befindenden Lichte und herausſchlagenden Funken ſpüren läßt, ſo kann man den in einem Raume eingeſchloſſenen Weingeiſt noch damit an-

 zünden.

α) Verſuch über die Elektricität, aus d. Engl. Leipz. 1785. 8. Cap. 7.

β) Lehre von der Elektricität B. I. S. 344 u. f. B. II. Cap. 19. S. 825 f.

γ) Vollſtändige Abhandlung der Lehre von der Elektricität. Band I. S. 162 f.

δ) Philoſ. transact. n. 436. *I. D. Titius* de electrici experimenti Lugdunenſis inuentore primo. Viteb. 1774. 4.

ε) Krügers Geſchichte der Erde. Halle 1746. 8. S. 177 f.

zünden. Wird während des Elektriſirens der Finger oder ein Stück Geld an den Nagel gehalten, ſo iſt der herausfahrende Schlag ſehr ſtark, daß Arme und Achſeln davon erſchüttert werden. Eine iſolirte Röhre läßt ſich durch dieſes Inſtrument viel ſtärker elektriſiren, als wenn es unmittelbar durch die Kugel geſchiehet. Wird eine blecherne Röhre auf gewöhnliche Art elektriſiret, und man hält ſodann den in dem Gläschen befindlichen Nagel daran, und fähret mit Elektriſiren fort; ſo ſollte man nicht glauben, in welche Stärke die Elektricität geſetzet werde. Iſt das Gläschen kurz, etwa zwey Zoll lang, alſo daß die Finger in dem Wirkungskreiſe ſich befinden, ſo ſchläget der Funke aus dem Nagel nach dem Finger zu; dünnhälſige Gläſer ſind ein Paar mahl durch den heftigen Schlag zerſprenget worden. Etwas beſonders ſcheinet hierbey zu ſeyn, daß ſich dieſe Wirkung alsdann nur ſchwach zeiget, wenn man das Gläschen auf Holz, Glas, Siegellack u. ſ. gekittet elektriſiret; es müſſe alſo wohl der menſchliche Körper etwas hierzu beytragen u. ſ. f. Dieſe Nachricht zeigt alſo offenbar, daß das Glas wirklich geladen war, und das in ſelbigem befindliche Queckſilber die innere, die Hand aber die äußere Belegung ausmachte. Der erſte, welcher dieſen Verſuch mit glücklichem Erfolge nachmachte, war **Gralath** in Danzig, nachdem er verſchiedene fruchtlos abgelaufene Verſuche angeſtellt, und ſich bey dem Erfinder um eine genauere Beſchreibung und Anweiſung erkundiget hatte *).

Muſſchenbroek erzählt, daß er und ſeine Freunde bemerkt hatten, daß elektriſirte Körper die Elektricität in der freyen Luft gar bald verlören, und nur eine ganz geringe Quantität zu behalten ſchienen; daher wären ſie auf den Gedanken gekommen, daß elektriſirte Körper iſolirt vielleicht eine ſtärkere Elektricität anzunehmen, und dieſelbe länger zu behalten fähig wären. Sie nahmen daher anfänglich gläſerne Flaſchen mit Waſſer angefüllt, und ſtellten damit Verſuche an, ohne jedoch eine beträchtliche Entdeckung zu

*) Abhandl. der naturforſchenden Geſellſchaft in Danzig. Th. I. 1747. 4. S. 512.

zu machen, bis endlich ein angeſehener Privatmann zu Leiden, **Cunäus**, im Jahre 1745 zufälliger Weiſe darauf kam; dieſer hielt nämlich in der einen Hand ſein gläſernes Gefäß mit Waſſer, das vermittelſt eines Drahtes mit der elektriſirten Röhre Communikation hatte, und als er mit der andern Hand denſelben von der Röhre losmachen wollte, ſo erhielt er auf ein Mahl einen ſtarken Erſchütterungsſchlag in ſeinen Armen und in ſeiner Bruſt. Es iſt daher wahrſcheinlich, daß Cunäus von der Entdeckung des Prälaten **von Kleiſt** nichts gewußt habe, und daß er faſt gleichzeitig mit dieſem dieſe wichtige Entdeckung machte. **Muſſchenbroek** in Leiden machte dieſen Verſuch zuerſt nach, und meldete dieſen zu Anfange des Jahres 1746 dem Herrn **von Reaumür** zu Paris, und ſchrieb, daß er ihn mit einem dünnen gläſernen Trinkgeſchirre angeſtellet habe, wobey er in ſeinen Armen, Schultern und ſeiner Bruſt einen ſolchen Erſchütterungsſchlag bekommen, daß er auf einige Augenblicke den Athem verloren, und ſich erſt nach zwey Tagen von dem Schrecken habe erhohlen können, und füget hinzu, daß er keinen zweyten Schlag aushalten wolle, wenn man ihm gleich dafür das Königreich Frankreich anböte. Eben dieß wiederhohlte auch **Allemand** zu Leyden in einem Briefe an den Abt **Nollet**, ſo wie hernach in einem eigenem Aufſatze *). Daher kam es, daß **Nollet** dieſen Verſuch den **leidner** Verſuch nannte, welchen Nahmen er auch behalten hat, ob er gleich eigentlich der kleiſtiſche Verſuch geheißen werden ſollte.

In Frankreich hielt man **Muſſchenbroek** für den Erfinder; allein noch im Jahre 1746. meldete **Allemand** an **Nollet** und auch an **Gralath** in Danzig, daß eben genannter **Cunäus** dieſe wichtige Entdeckung gemacht habe.

Dieſe Nachrichten machten ein ſehr großes allgemeines Aufſehen. **Winkler** und **Gralath** waren die erſten, welche der Erfindung mehr hinzuſetzten. **Gralath** verſtärkte die Erſchütterung dadurch, daß er ſtatt des Arzneygläschens eine

 gläſerne

*) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1746. p. 2.

gläſerne Phiale von 5 Zoll im Diameter mit einem 10 Zoll langen Halſe, und ſtatt eines eiſernen Nagels einen ſtarken eiſernen Draht mit einer bleyernen Kugel, und ſtatt des Weingeiſtes Waſſer nahm. Er zeigte ſchon den 20ten April 1746 einen Verbindungskreis von 20 Perſonen, erfand die Batterie, und entdeckte die Unmöglichkeit, geſprungene Gläſer weiter zur Ladung zu gebrauchen, ſo wie auch den ſo genannten Rückſtand der Ladung. **Winkler** hingegen, welcher dieſe elektriſche Erſchütterung auf keine Weiſe vertragen konnte, erfand, um die verſtärkte Elektricität genauer zu unterſuchen, eine eigene Vorrichtung, dieſe in der Ferne zu beobachten, und ſtellte mit der leitenden Verbindung der beyden Belegungen der Flaſche Verſuche im Großen an, indem ein Theil von dieſer Verbindung eine Strecke der Pleiße, wie oben angeführet iſt, ausmachte. Auf eben denſelben Verſuch war auch zu gleicher Zeit **le Monnier** in Frankreich gefallen, und fand, daß die Ladung in den Flaſchen eine Zeitlang bleibe.

Zu dieſer Erfindung hat D. **Watſon** in den folgenden Jahren noch mehr hinzugeſetzet *). Er bemerkte, daß dieſer Verſuch weit beſſer von Statten ging, wenn die Flaſche, worin das Waſſer befindlich war, vom dünneſten Glaſe, und das Waſſer wärmer, als die äußere umgebende Luft geweſen. Auch fand er, daß ſich die Stärke der Ladung nicht nach der in der Flaſche befindlichen Menge von Materie, ſondern nach der Größe der Flaſche, welche ſie berühret, richte. Dieſes gab dem D. **Bevis** Veranlaſſung, das Glas auswendig bis an den Hals mit Zinnfolie zu belegen. Auch ſtellte **Watſon** im Jahre 1747 über die Verbindungskreiſe und die Geſchwindigkeit des Schlages im Großen Verſuche an, wobey ganze Striche Landes Theile in der Verbindung ausmachten. **Wilſon** ſtellte die Flaſche ins Waſſer, um ſie dadurch von außen mit Waſſer eben ſo hoch zu umgeben, als ſie inwendig damit angefüllet war, und fand das Verhältniß der Stärke des Schlages, bemerkte auch,

*) Philoſoph. transact. 1748 u. f. n. 477. 478. 482. 485. 489.

auch, daß der Schlag einen Weg nimmt, bey dem er den wenigſten Widerſtand findet, und ſtellte noch mit der Flaſche verſchiedene andere Verſuche an.

In Frankreich war der Abt **Nollet** der erſte, welcher durch den elektriſchen Schlag Thiere tödtete und welcher überhaupt mit der leidner Flaſche Verſuche anſtellte. Er entdeckte zufälliger Weiſe, daß eine Flaſche, aus welcher er die Luft herausgezogen hatte, als verſtärkte Flaſche dienen könnte, er bewerkſtelligte einen Verbindungskreis von 180 Perſonen von der Garde in Gegenwart des Königs, welche vermittelſt eiſerner Dräthe zwiſchen jeden zwey Perſonen einen Umfang von 900 Toiſen ausmachten; alle erhielten in dem Augenblicke der Entladung einen heftigen Schlag.

Die engliſchen und franzöſiſchen Naturforſcher haben überhaupt bemerket, daß eine Flaſche nur alsdann geladen werden konnte, wenn ſie entweder mit der Hand gehalten wurde, oder mit andern Leitern umgeben war, iſoliret hingegen gar keine Ladung Statt fand. Auch nahmen ſie wahr, daß geladene Flaſchen leichte daneben liegende Körperchen anzögen, wenn jemand den Draht berührte, und daß ſie ſelbige zurückſtießen, wenn jemand die Flaſche berührte. Man bildete ſich ein, daß das elektriſche Feuer aus der Hand oder aus den umgebenden Leitern ausſtröme, und durch die Subſtanz der Flaſche in das Waſſer ginge, da ihnen doch dieſe Verſuche lehren konnten, daß die Elektricitäten beyder Seiten entgegengeſetzet ſind.

Da es alſo den europäiſchen Naturforſchern auf keine Weiſe glückte, eine Erklärung von der leidner Flaſche zu geben, ſo verbreitete ſich ganz unerwartet ein großes Licht darüber durch die Briefe des D. **Franklin** in Philadelphia *). Dieſer hatte bereits, wie D. **Watſon** bemerket, daß bey der Entſtehung der Elektricität das Reibzeug dieſe hergibt, und der geriebenen Röhre oder der Glaskugel mitthei-

*) New experim. and obſervat. on electricity in ſeveral lettres to Mſr. *Collinſon* Lond. 1751. 4. Benj. Franklins Briefe von der Elektricität, überſ. von D. C. Wilke Leipz. 1758. 8.

mittheilet, welches ihm die Veranlaſſung gab, die Elektricität des Glaſes der des Reibzeuges entgegen zu ſetzen, und die erſtere als Ueberfluß, die andere aber als Mangel zu betrachten, und ſie mit dem Nahmen der poſitiven und negativen Elektricität zu belegen. Die Bemerkungen ſuchte er bey der leidner Flaſche zu benutzen, vorzüglich weil er an ſelbiger folgende Erſcheinung wahrnahm: er bemerkte, daß, wenn die Flaſche geladen war, eine an einem ſeidenen Faden hängende Korkkugel von der äußern Belegung angezogen ward, wenn ſie von einem mit der inwendigen Seite in Verbindung ſtehenden Drahte zurückgeſtoßen ward, und daß ſie im Gegentheil von der auswendigen Seite zurückgeſtoßen ward, wenn ſie von der innern angezogen wurde. Hieraus ſchloß er, daß bey Ladung der Flaſche die Elektricität beyder Seiten einander entgegengeſetzet ſeyn müßten. Noch mehrere Beſtätigung dieſes Satzes erhielt er durch dieſen Verſuch; er brachte einen Draht mit einem Knopfe mit der äußern Belegung in Verbindung, und gab dieſem eine ſolche Stellung, daß der Knopf von dem Drahte, der mit der innern Belegung verbunden war, nur wenige Zolle abſtand; zwiſchen dieſen Raum hängte er eine leichte Kugel auf, und nahm wahr, daß dieſe Kugel hin und her ſich ſo lange bewegte, bis die Flaſche völlig entladen war. Durch dieſe ſeine Entdeckung war er im Stande, alle bisherige elektriſche Erſcheinungen glücklich zu erklären, daher auch ſeine Theorie von ſeinen Zeitgenoſſen mit dem größten Beyfall aufgenommen wurde; nur einige Naturforſcher in Frankreich, und beſonders Nollet, widerſprachen derſelben. Dieſe ſeine Theorie führte **Franklin** zugleich auf Beobachtung neuer Erſcheinungen des Ladens, Entladens und des elektriſchen Schlages, und ſelbſt auf die Erfindung einer großen Menge neuer Verſuche mit der leidner Flaſche. **Prieſtley** *) erzählet noch verſchiedene einzelne Erfindungen, beſonders von den Herrn **Wilke**, **Aepinus**, **Beccaria** und andern, welche überhaupt die Wirkungen einer verſtärk-

*) Geſchichte der Elektricität durch Brüniz S. 179. f.

verſtärkten Elektricität betreffen, und meiſtentheils zur Abſicht haben, den frankliniſchen Satz, daß die Entladung jederzeit aus der poſitiven Seite in die negative übergehe, zu beſtätigen.

Durch das von den Herrn **Wilke** und **Aepinus** [α]) entdeckte Geſetz der Wirkungskreiſe erhielt die Theorie der leidner Flaſche noch mehr Licht, und **Wilke** beſonders ſtellte genaue Unterſuchungen über den Vorgang der Ladung und Entladung in den Glasflächen und Belegungen an [β]), und ſtellte bereits den Gedanken zum Elektrophor dar, wodurch er zugleich auf die Annahme zwey verſchiedener elektriſcher Materien geleitet wurde, welche er Feuer und Säure nennt, und vermittelſt welcher er die Ladung und Entladung beſſer als nach der frankliniſchen Theorie zu erklären glaubte.

Nachdem Herr **Volta** im Jahre 1775 den Elektrophor erfand, welcher im Grunde nichts weiter iſt, als eine leidner Flaſche, ſo erhielt die Lehre der Elektricität eine ganz andere Geſtalt. Herr **Volta** bemerkte, daß ein elektriſirter Körper eine Aenderung leide, wenn ein anderer Körper in ſeinen Wirkungskreis kömmt, und darin ſo lange beharre, bis der andere Körper aus dem Wirkungskreiſe wieder entfernet wird. Dadurch ſahe man ſich nun in den Stand geſetzet, die Erklärung der leidner Flaſche zu machen, man mag ſie entweder nach dem frankliniſchen oder nach dem dualiſtiſchen Syſteme geben.

Nach dieſer Zeit haben verſchiedene Naturforſcher, als **Henly, Cavallo, Nairne, Lord Mahon** (**Stanhope**) und andere neuere Verſuche mit Ladungsflaſchen angegeben und Verbeſſerungen des dazu gehörigen Apparats gemacht, welche hier weiter nicht beſchrieben werden können.

Die zufällige Entdeckung der leidner Flaſche ſetzte die Phyſiker in Erſtaunen, indem ſie die Unvollſtändigkeit aller vorher-

α) Wilke diſſer. de electricitatibus contrariis Roſtoch 1757. 4.

β) Von den entgegengeſetzten Elektricitäten bey der Ladung und den dazu gehörigen Theilen; in den Schwed. Abhandl. 1762. S. 213. f.

vorhergehenden Theorien deutlich zeigte. Sie ſtellte eine Erſcheinung dar, welche kein einziger Naturforſcher aus irgend einer Theorie hätte vorherſehen, oder woraus man nur den geringſten Begriff von der leidner Flaſche hätte ableiten können.

Der Abt **Nollet** ſuchte dieſe Erſcheinung nach ſeiner Hypotheſe von dem gleichzeitigen Aus- und Zufließen zu erklären *). Wenn nämlich nach ſeiner Meinung eine Perſon die äußere Belegung mit der einen Hand und die innere mit der andern Hand berühret, ſo erhalten ſie dieſerwegen eine Erſchütterung, weil die Ausflüſſe aus der innern Belegung mit den Zuflüſſen aus den beyden Händen zuſammenträfen, und dieſes Zuſammenkommen der beyden aus- und zufließenden elektriſchen Ströme mit einem heftigen doppelten Stoße begleitet wäre. Das Gefäß müſſe von Glas ſeyn, damit der Draht bey der Berührung der äußern Belegung nicht ſogleich durch einen einfachen Funken ſeine Elektricität verliere. Die Ladung der Flaſche betrachtet er bloß als eine Ueberfüllung mit elektriſcher Materie, und behauptet, daß keinesweges die beyden Belegungen beym Entladen in einer nothwendigen Verbindung ſtehen müßten. Zugleich glaubt er auch, daß ſchlechterdings iſolirte Flaſchen geladen werden könnten. Uebrigens hat **Nollet** dieſe ſeine Theorie mit der größten Standhaftigkeit vertheidiget, und alle diejenigen Schwierigkeiten durch ſeinen Scharfſinn zu heben geſuchet, welche faſt jeder neu entdeckte Verſuch ihm gleichſam vor Augen legte.

Nach der **frankliniſchen** Theorie wird der leidner Verſuch mit Beyhülfe des dynamiſchen Syſtems weit glücklicher auf folgende Art erkläret: Wenn nämlich die innere Belegung der Flaſche poſitiv elekriſiret wird, ſo verurſachet die an der innern Fläche des Glaſes angehäufte elektriſche Materie, vermittelſt der zurückſtoßenden Kraft, eine elektriſche Atmoſphäre im Glaſe, welches dieſerwegen nicht zu dick ſeyn darf, und die natürliche elektriſche Materie der äußern Belegung wird abgeſtoßen. Iſt nun die äußere Belegung mit

Leitern

*) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. an. 1746. p. 1 ſq.

ſeitern umgeben, ſo wird dieſe abgeſtoßene elektriſche Materie fortgeführet, mithin kann die der innern Belegung mitgetheilte Elektricität daſelbſt angehäuft, und die Flaſche geladen werden. So viele elektriſche Materie der innern Belegung zugeführet wird, ſo viel wird dadurch in der äußern Belegung zurückgeſtoßen. So viel alſo die innere Belegung einen Ueberfluß an elektriſcher Materie erhält, ſo groß wird der Mangel derſelben an der äußern Belegung. Daraus folget, daß die äußere Belegung negativ elektriſiret ſeyn muß, wenn die innere poſitiv iſt, wie es auch die Erfahrung beſtätiget. Wäre hingegen die Flaſche iſoliret, ſo kann alsdann die äußere von der innern durch Mittheilung gehäuften elektriſchen Materie zurückgeſtoßene nicht abgeführet werden, mithin wirkt die äußere elektriſche Materie durch ihre eigene Zurückſtoßungskraft auf die der innern Belegung mitgetheilte elektriſche Materie zurück, hindert alſo die Anhäufung derſelben daſelbſt, und die Flaſche kann nicht geladen werden. Wenn die innere Belegung der Flaſche negativ elektriſiret wird, ſo wird ihr dadurch von der natürlichen elektriſchen Materie entzogen. Das elektriſche Fluidum der äußern Belegung will durch die zurückſtoßende Kraft dieſen Mangel erſetzen, wodurch die äußere Belegung fähig wird, aus den benachbarten leitenden Körpern ſo viele elektriſche Materie anzuziehen, als die innere Belegung davon verlieret. In dieſem Falle wird alſo die äußere Belegung poſitiv elektriſiret. Wäre die äußere Belegung iſoliret, ſo kann nun die Flaſche nicht geladen werden, weil die verſtärkte Anziehung der äußern Belegung gegen die elektriſche Materie die Entziehung derſelben von der innern hindert.

Iſt alſo die leidner Flaſche geladen, und es wird die innere Belegung mit der äußern in Verbindung gebracht, ſo geht der Ueberſchuß der elektriſchen Materie in der poſitiven Seite auf die negative Seite über, und der natürliche elektriſche Zuſtand beyder Belegungen wird wieder hergeſtellt. Muß alsdann dieſer elektriſche Strom die Luft durchbrechen, oder durch einen andern Nichtleiter gehen, welcher ihm Wi-

derſtand

derſtand genug entgegenſetzen kann, oder kann der Leiter den ganzen Strom nicht faſſen, ſo entſteht Explosion. Daraus erhellet zugleich, warum der Durchgang des elektriſchen Stroms durch eine iſolirte leitende Verbindung dieſe nicht elektriſiret.

Nach dem dualiſtiſchen Syſteme laſſen ſich alle Erſcheinungen des Ladens und Entladens der leidner Flaſche ebenfalls ſehr leicht erklären. Wird die innere Seite der Flaſche mit dem Conduktor der Maſchine verbunden, ſo erhält dieſe durch Mittheilung + E, dieß + E ſtößt die gleichnahmige Elektricität in der äußern Fläche ab, und bindet die ungleichnahmige oder das — E. Iſt alſo die äußere Fläche mit einem leitenden Körper verbunden, ſo gibt ſie demſelben das zurückgeſtoßene + E ab, und nimmt dagegen eben ſo viel — E an, als das + E der innern Fläche bindet; folglich muß dadurch die Flaſche geladen werden. Jedoch iſt zu bemerken, daß das + E der innern Seite nicht ganz ſo viel — E in die äußere Fläche bringt, daß dadurch das + E in der innern Fläche ganz gebunden würde, und daher kömmt es, daß bey alleiniger Berührung der Kugel am Drahte, welcher mit der innern Belegung in Verbindung iſt, ein kleiner Funke entſtehe. Wäre im Gegentheil die äußere Belegung iſolirt, ſo kann nun ihr abgeſtoßenes + E nicht abgeführet, folglich ihr — E nicht frey werden, daher kann auch die innere Seite kein + E erhalten und annehmen, ſondern es gehet alles + E wieder in den Conduktor zurück; eine iſolirte Flaſche kann alſo nicht geladen werden. Wenn ferner die äußere Fläche mit + E verbunden wird, ſo ſtößt das + E die gleichnahmige Elektricität in der innern Fläche zurück, und bindet das — E; iſt nun die innere Fläche nicht iſoliret, ſo nimmt ſie aus dem leitenden Körper ſo viel — E an, als das + E der äußern Fläche bindet. Wird die innere Fläche mit — E verbunden, ſo ſtößt nun dieß — E die gleichnahmige Elektricität der äußern Fläche zurück, und bindet das + E; iſt alsdann die äußere Fläche nicht iſolirt, ſo nimmt ſie aus der Erde ſo viel + E an, als die innere

Fläche

Fläche — E bindet. Die Entladung der Flaſche erfolget auf dieſe Weiſe, wenn die beyden ſtark gewordenen und ſich gebundenen ± E auf beyden Flächen durch Leiter verbunden werden, denn alsdann gehen ſie in einander über und befreyen ſich von ihren Elektricitäten ſelbſt. Die Urſache der ſo ſtarken Wirkung der leidner Flaſche rühret natürlich von einer ſehr angehäuften Menge des E her, welches ſich vor dem Entladen auf beyden Seiten nur gebunden hält, und beym Entladen plötzlich frey wird. Hieraus erhellet auch zugleich, warum der Schlag dem iſolirten leitenden Körper, durch welchen er gehet, keine Elektricität mittheilen kann.

Nach Hrn. **de Lüc's** Theorie *) wird das Laden und Entladen der leidner Flaſche alſo erkläret. Man nehme eine Glasplatte an, von beyden Seiten mit Waſſer umfaßt, und ſetze, daß ſich gegen die eine Seite A heiße Waſſerdünſte bewegen. So bald dieſe heißen Dünſte in Berührung mit der Platte kommen, erkalten ſie, und werden zum Theil zerſetzt; das befreyete verborgene Feuer verbreitet ſich über die ganze Platte, und das von ihm verlaſſene Waſſer verbindet ſich mit dem, welches die Seite A ſchon vorher bekleidet hatte. Das neue Feuer aber geht durch die Glasplatte zur andern Seite B, vermehrt auf ſelbiger die Ausdünſtung, und vermindert folglich das Waſſer, welches B bekleidet. Dieſe entgegengeſetzten Veränderungen dauern ſo lange, bis die Glasplatte und das Waſſer die Temperatur der heißen Dämpfe angenommen haben. Bey dieſen Punkte aber hören die Dünſte auf ſich an der Seite A zu zerſetzen; es geht kein Feuer mehr in B über und die Ungleichheit der Vertheilung hat auf beyden Seiten ihr Größtes erreichet. Weil nun in dieſem Zuſtande die Seite B etwas entfernter von der Quelle des Feuers liegt, als die Seite A, ſo iſt ſie auch etwas weniges kälter, und ihre Dünſte beſitzen auch nur etwas geringere ausdehnende Kraft, als die auf der Seite A.

Eben

*) Neue Ideen über die Meteorologie. §. 286 f.

Eben daſſelbe geſchiehet bey der Ladung der leidner Flaſche, wenn man nur ſtatt Waſſerdämpfe das elektriſche Fluidum, ſtatt Feuer das fortleitende elektriſche Fluidum, und ſtatt Waſſer die elektriſche Materie ſetzet. Daraus iſt es nämlich begreiflich, daß die eine Seite bis zu einem gewiſſen Größten elektriſche Materie anziehen muß, indem die andere mehr erhält, wenn nur jene mit leitenden Körpern umgeben iſt. Der Zuſtand alſo, in welchem ſich bey der Ladung die beyden Seiten der Flaſche befinden, iſt dieſer: die Menge der elektriſchen Materie iſt auf der Seite A ſehr vermehrt, und auf der Seite B ſehr vermindert; auf jener Seite iſt aber die Vermehrung weit größer, als die Verminderung auf der andern, weil die Entfernung, welche die Dicke des Glaſes zwiſchen ſie ſetzt, den Hang des fortleitenden Fluidums, welches auf die Seite A gekommen iſt, ſich zur Seite B zu begeben, in eben dem Maße vermindert, als letztere von ihrem elektriſchen Fluidum durch die umgebenden leitenden Körper verlieret. Das elektriſche Fluidum auf der Seite A beſitzet die nämliche ausdehnende Kraft, als das Fluidum der Quelle, welche die Ladung hervorgebracht hat; das elektriſche Fluidum auf der Seite B aber beſitzet eben die ausdehnende Kraft, welche die umgebenden Leiter haben. Das fortleitende Fluidum hat endlich in der ganzen Flaſche an Menge zugenommen, und das in der äußern Belegung befindliche hält mit dem des Bodens das Gleichgewicht.

Aus dieſem Zuſtande der Flaſche nach der Ladung läßt ſich nun auch unmittelbar die Erſcheinung des Entladens herleiten, welche hervorgebracht wird, wenn man abwechſelnd die beyden Belegungen berühret. Wegen des Gleichgewichtes der in der äußern Belegung enthaltenen Elektricität mit der des Bodens kann das Berühren des B keine elektriſche Wirkung hervorbringen. Es geſchiehet alſo das erſte wirkſame Berühren bey der Belegung A, weil alsdann ihr dadurch die Menge des elektriſchen Fluidums geraubet wird, was ſie über den elektriſchen Zuſtand des Bodens

beſaß.

beſaß. Sie wird ſich alſo ſodann mit ihm in elektriſches Gleichgewicht ſetzen, indem ſie jedoch immer einen Ueberfluß an elektriſcher Materie behält, welche aber auf dieſer Seite aus Mangel an fortleitendem Fluidum unbeweglich bleiben wird, und das Mittel ihr eine neue Menge von dieſem Fluidum zu verſchaffen iſt, daß man alsdann die Seite B berühret; denn durch die Berührung der innern Seite geht fortleitendes Fluidum aus dem ganzen Apparate, folglich auch aus B in den Boden, dadurch verlieret B an ausdehnender Kraft, und kömmt mit demſelben aus dem Gleichgewicht; wenn man alſo ſodann dieſe Belegung berühret, ſo wird ſie wieder elektriſches Fluidum aufnehmen, bis das Gleichgewicht wieder mit dem Boden hergeſtellet iſt. In dieſer zweyten Operation zerſetzt ſich ein Theil des elektriſchen Fluidums, welches aus dem Boden kömmt; ſein fortleitendes Fluidum geht durch die Platte um ſich auf die Seite A zu begeben, und dadurch ſetzt es elektriſche Materie auf der Seite B ab, und entreißt hier von der Seite A etwas, wodurch ſeiner Belegung elektriſches Fluidum zugeführet wird, ſo daß der ganze Apparat beynahe wieder in eben dem Zuſtande ſich befindet, als er vor dem erſten Berühren war; mithin kann wieder ein Funke aus A gezogen werden u. ſ. f. Auf dieſe beſchriebene Art erhält B bey jedem aus A herausgelockten Funken neue elektriſche Materie, bis endlich beyde durch Fortſetzung des Verfahrens beynahe noch gleich viel beſitzen, und die Flaſche entladen iſt. Bey der plötzlichen Entladung erfolgen alle dieſe angegebenen Wirkungen durch eine unendlich ſchnelle Succeſſion auf einander; jedoch iſt ſie aber nie vollſtändig, weil die elektriſche Materie an den nicht leitenden Subſtanzen ſehr feſt anhängt.

M. ſ. **Cavallo** vollſtändige Abhandlung der Lehre von der Elektricität, an verſchiedenen Stellen. **Prieſtley** Geſchichte der Elektricität durch Krünitz an verſchiedenen Stellen.

Flaſchenzug, Polyſpaſt (polyſpaſtus, polyſpaſton, polyſpaſte) iſt eine mechaniſche Anordnung von zwey Flaſchen oder Kloben zuſammengeſetzet, ſo daß eine jede mehrere Rollen enthält. Beſitzet der obere Kloben (fig. 78.) zwey Haken l und c, deren einer l an einer Unterſtützung gehörig befeſtiget iſt, an den andern aber bey c ein Seil geknüpfet iſt, welches wechſelsweiſe um eine untere und obere Rolle geführet iſt, bis es zuletzt von i nach k herabhängt, ſo heißt eben eine ſolche Zuſammenordnung mehrerer oberer und unterer Rollen ein **Flaſchenzug**. Unten bey m wird alsdann an einem Haken die Laſt q angehängt, welche mittelſt der in k angebrachten Kraft in die Höhe gezogen werden kann. Nimmt man an, daß das an der untern Flaſche angehängte Gewicht q alle Seile des Flaſchenzuges alſo ziehet, daß ſie unter ſich vollkommen parallel ſind, ſo erhält alsdann eine in k angebrachte Kraft p mit der Laſt q das Gleichgewicht, wenn die Kraft p in der Laſt q ſo vielmahl enthalten iſt, als die Einheit in der Anzahl der Seile, welche an den untern Rollen befindlich, enthalten iſt. Denn wenn alle Seile vollkommen parallel ſind, ſo müſſen ſelbige von der Laſt q gleich ſtark geſpannt werden, wenn die Kraft p mit der Laſt q das Gleichgewicht halten ſoll. Demnach muß ein jedes Seil einen eben ſo großen Theil von der Laſt q tragen, als jedes aller übrigen. Daraus erhellet, daß dieſer Theil der Laſt gefunden werde, wenn man die Laſt durch die Zahl der Seile der untern Rollen dividiret, und dieſer Theil iſt es, welcher als Kraft p die Laſt q im Gleichgewicht hält. Wenn z. B. die Laſt $q = 1000$ Pfund, und die Anzahl der untern Seile $= 6$ iſt, ſo iſt $p = \frac{1000}{6} = 166\frac{2}{3}$ Pfund, welche mit 1000 Pfund das Gleichgewicht halten. Ueberhaupt ſey die Anzahl der Seile der untern Rollen $= n$, die Laſt $= q$, und die Kraft $= p$, ſo hängen dieſe drey Größen an einem Flaſchenzuge ſo von einander ab, daß die dritten leicht gefunden werden können, wenn zwey davon gegeben ſind. Es iſt nämlich $p = \frac{q}{n}$, alſo $q = np$ und $n = \frac{q}{p}$.

Es könnte auch das Seil an dem untern Kloben bey a befeſtiget, und wechſelsweiſe über eine obere und untere Rolle geführet ſeyn, alsdann müßte aber die am Seile angebrachte Kraft entweder hinaufwärts ziehen, oder wenn ſie unterwärts nicht ziehen ſollte, ſo müßte am untern Kloben eine Rolle weniger als am obern ſich befinden. Hätte alſo der untere Kloben nur 2 und der obere 3 Rollen, ſo würde die Kraft p im Falle des Gleichgewichtes dem fünften Theil der am Flaſchenzuge angebrachten Laſt gleich ſeyn.

Sobald die Kraft p größer wird, als der Theil von der Laſt q, welchen ein jedes Seil träget, ſo muß die Kraft p ſinken, und die Laſt q ſteigen. Wenn aber dieß geſchiehet, ſo muß das Seil, woran die Kraft p angebracht iſt, länger werden, und die Seile des Flaſchenzuges müſſen ſich verkürzen. Würde z. B. die Laſt q um einen Fuß von der Kraft p gehoben, ſo muß die Kraft p um ſo viele Fuß ſinken, als Seile an den untern Rollen vorhanden ſind. Demnach verhält ſich beym Flaſchenzuge die Laſt q zur erhaltenden Kraft p umgekehrt, wie der Weg der Kraft zum Wege der Laſt. Je mehr demnach Rollen im Flaſchenzuge ſind, deſto mehr kann durch eine geringe Kraft gehoben werden. Allein alsdann findet aber auch das Statt, was bey allen übrigen Maſchinen Statt hat, daß das, was an Kraft gewonnen wird, an Raum oder an der Zeit verloren gehet. Soll bey dem vorhin angegebenen Beyſpiele, die Laſt um 1 Schuh gehoben werden, ſo muß ſich ein jedes Seil, welches ſie ſpannt, um 1 Fuß, mithin das ganze Seil um 6 Fuß verkürzen, und die Kraft, welche das Seil ziehet, muß 6 Fuß weit ſich fortbeweget haben.

Bey der bisher angegebenen Theorie wird vorausgeſetzet, daß alle Seile unter ſich parallel ſind; dieß findet aber in der Ausübung ſo ſchlechterdings nicht Statt. Dadurch wird eine kleine Abweichung in der Regel verurſachet, die aber doch ſo beträchtlich groß nicht iſt, je weiter der untere Globen von dem obern entfernet iſt. Um ſie ganz zu vermeiden, hat man vorgeſchlagen, die Rollen neben einander zu ſtellen;

 allein

allein alsdann laufen die Seile ſeitwärts ſchief und klemmen die Rolle; daher iſt es vortheilhafter, bey der gemeinen Einrichtung zu bleiben, zumahl da die Unbeugſamkeit der Seile und das Reiben der Bewegung weit beträchtlichere Hinderniſſe ſetzen.

Die Winde und der Flaſchenzug ſind die gemeinſten Hebezeuge, wodurch beträchtliche Laſten in die Höhe gehoben werden. Wird der Flaſchenzug mit der Winde zugleich verbunden, ſo lehret die Mechanik, daß mit einer ſolchen Verbindung erſtaunliche Laſten in die Höhe gezogen werden können.

Verſchiedene Abänderungen und Verbindungen des Flaſchenzuges findet man beym **Leupold** in Theatro machinarum generali Cap. III. §. 63. Tab. XXXV. XXXVI.

Fliehkraft, ſ. **Schwungkraft**.

Flintglas, weißes Kryſtallglas, Kieſelglas iſt eine Art von Glas, welche in engliſchen Glashütten zubereitet wird, und durch Erfindung der achromatiſchen Fernröhre berühmt geworden iſt. Es fand nämlich der ältere **Dollond** in England, daß dieſes Glas durch eine gehörige Verbindung mit Kronglaſe ganz farbenloſe Bilder darſtellte.

Das Brechungsverhältniß für das Flintglas gibt **Dollond** in einem Briefe an **Klingenſtierna**, den **Clairaut** anführet, wie 1,583:1 an; nach dem **Dúc de Chaulnes** aber iſt es wie 1:0,628 (m. ſ. den Artikel **Brechung** Th. I. S. 449). Die Brechung des Lichtes im Flintglaſe iſt alſo nur etwas weniges geringer, als die im Crownglaſe. Die Farbenzerſtreuung hingegen iſt im Flintglaſe beträchtlich größer als im Crownglaſe, indem das Farbenbild im Flintglaſe wenigſtens um $\frac{1}{3}$ größer iſt, als das Farbenbild im Crownglaſe unter übrigens gleichen Umſtänden.

Ueber die Beſtandtheile dieſer Glasart hat man verſchiedene Verſuche angeſtellet. **Zeiher** in Petersburg fand, daß ein Zuſatz von Bley die Farbenzerſtreuung vergrößerte. Hiervon ſo wohl, als auch von den Schwierigkeiten, eine ähnliche Glasart, wie das Flintglas iſt, in Deutſchland nachzumachen, findet man ſchon hinlänglich angeführet unter

den

den Artikeln **Farbenzerſtreuung** und **Fernröhre, achromatiſche**.

Flötz, ſ. **Gang**.

Flötzgebirge, ſ. **Berge**.

Florentiner Thermometer, ſ. **Thermometer**.

Flüchtig (volatile, volatil). Einen Körper nennt man flüchtig, wenn er ſich durch Einwirkung der Wärme in Dämpfe oder Gasarten verwandeln läßt. Das Flüchtige wird dem Feuerbeſtändigen entgegengeſetzet. M. ſ. **Feuerbeſtändig**.

Es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß es in der Natur keine Materie gibt, welche nicht flüchtig wäre. Ueberhaupt lehret die Erfahrung, daß verſchiedene Materien auch verſchiedene Grade der Hitze zur Verflüchtigung derſelben erfordern, und ohne Zweifel ſind die uns bekannten Grade der Hitze nicht hinreichend, gewiſſe Materien, die wir als feuerbeſtändig betrachten, flüchtig zu machen. So lehren auch ſchon Verſuche, daß Körper in der uns bekannten größten Kohlenhitze ausgeſetzet, feuerbeſtändig ſind, da ſie in der Hitze der Brennſpiegel in Dampf davon gehen. Die Ausdrücke, flüchtig und feuerbeſtändig ſind daher eigentlich nur relative Begriffe, indem ein Körper in Vergleichung mit einem andern nur alsdann flüchtig genannt wird, wenn erſterer bey einerley Wärmegrad in Dampf davon gehet, der andere aber nicht, welcher alſo hier als feuerbeſtändig betrachtet wird.

Auf die verſchiedenen Grade der Flüchtigkeit der verſchiedenen Materien gründen ſich in der Chemie verſchiedene Operationen, als Abdampfen, Deſtilliren, Sublimiren.

Durch die Expanſivkraft der Hitze werden die durch die Wärme aufgelöſeten Theile mit fortgeriſſen, und es kömmt nur darauf an, ob ſich die Wärmematerie mit den verflüchtigten Theilen nur adhärirend, oder chemiſch verbindet; im erſten Falle machen ſie alsdann eigentliche Dünſte, Dämpfe, im andern Gas aus. Alle durch die Hitze verflüchtigten Dämpfe oder Gasarten ſteigen, wenn ſie nicht zu beſondern Zwecken aufgefangen werden, in die atmoſphäriſche Luft, und

verbinden oder vermiſchen ſich mit ihr. Die Dämpfe beſonders werden ſogleich ſichtbar als Rauch oder Dunſt, wenn ſie kältere Luft berühren. Sobald die Luft nicht mehr im Stande iſt, die in ihr aufgeſtiegenen Dämpfe oder Dünſte zu erhalten, ſo werden ſie niedergeſchlagen, wobey die verflüchtigten Materien wieder auf die Erde fallen. Auch ſelbſt die aufgeſtiegenen Gasarten können in der atmoſphäriſchen Luft zerſetzet werden, durch Operationen, welche uns noch nicht bekannt ſind.

Flüſſe, Ströme (flumina, fluuii, amnes, fleuves, rivières) heißen größere in Vertiefungen der Erde fließende Gewäſſer, welche aus dem Zuſammenfluß von Quell- und Bachwaſſer entſtanden ſind, und zuletzt ins Meer ſich ergießen. Diejenigen Flüſſe, deren Waſſer reiſſend iſt oder ſchnell fließt, nennt man insbeſondere Ströme, ob man gleich auch unter Strömen oft die größern ſchiffbaren Flüſſe verſteht, ohne auf die Schnelligkeit und Geſchwindigkeit des fließenden Waſſers Rückſicht zu nehmen.

Das fließende Waſſer auf der Oberfläche unſerer Erde entſtehet urſprünglich aus den Quellen, wovon ſich die mehreſten und ſtärkſten allemahl an denjenigen Orten befinden, wo zahlreiche und beträchtlich hohe Gebirge angetroffen werden. Durch den Zuſammenfluß des Waſſers ſolcher Quellen bilden ſich alsdann Bäche, Flüſſe und Ströme. Daher erhalten die Flüſſe ihren Urſprung von unterirdiſchen Waſſerbehältern oder Seen. M. ſ. **Quellen**.

Man hat auch behauptet, daß Flüſſe unmittelbar aus großen Seen auf der Oberfläche der Erde entſpringen könnten. So geht der Niger vom See Bournou, der Nil vom See Gambra, der Amazonenfluß vom See Lauricocha u. ſ. f. aus; allein es iſt wohl gewiß, daß dieſe Seen ihr Waſſer von beträchtlich großen Bächen erhalten, welche ſich in einen ſolchen See ergießen, und welche daher eher für den Anfang der Flüſſe gehalten werden können. Denn man kann doch gewiß nicht behaupten, daß die Rhone von dem Waſſer entſpringe, welches bey Genf aus dem See Leman in die Rhone

gehet,

gehet, ſondern man muß den Strom des St. Gotthardt, welcher in das Thal Sitten herabgehet, für die eigentliche Quelle derſelben halten.

Von den Flüſſen läßt ſich überhaupt ſagen, daß ſie von der Hauptkette der Berge, auf welchen ſie entſpringen, faſt unter einem rechten Winkel ausgehen. Die große Gebirgskette in Afrika erſtreckt ſich durch die Berge Leupata vom mittelländiſchen Meere bis an das Vorgebirge der guten Hoffnung, und alle Flüſſe dieſes Erdſtrichs gehen von dieſer Kette faſt unter einem rechten Winkel aus, um ſich entweder in das atlantiſche Meer oder in den indianiſchen Ocean zu ergießen. Zu dieſen Flüſſen gehören der Niger, der Gambia, der Zaire u. ſ. f. Auch in Amerika dehnt ſich die große Bergkette von einem Pol zum andern aus, und die mehreſten Flüſſe gehen, indem ſie mit dieſer Kette faſt einen rechten Winkel machen, in das atlantiſche Meer. In Aſien gehen ebenfalls die Gewäſſer des feſten Landes von der Gebirgskette, welche ſich von Morgen nach Abend ausbreitet, gegen Mittag und gegen Mitternacht. In Europa hingegen haben die Berge keine ſo regelmäßige Richtung, als auf den übrigen feſten Ländern, daher iſt auch der Lauf der Flüſſe weniger regelmäßig. Inzwiſchen hat doch die große Kette dieſer Berge eine nordweſtliche Richtung, und die Gewäſſer derſelben fließen überhaupt nach Oſten oder nach Weſten. Dieſe Regel leidet aber doch durch eine allgemeine andere Urſache Abänderungen. In einem jeden feſten Lande findet ſich nämlich ein Hauptmittelpunkt aller Berge, und von dieſem Punkte gehen alle große Flüſſe gleichſam wie Strahlen aus einem leuchtenden Körper aus. Die Gewäſſer, welche von dieſem Mittelpunkte ausgehen, verändern, nach der Beſchaffenheit des Bodens, auf welchem ſie hinfließen, ihren Lauf etwas, und ſenken ſich dann in die großen Thäler, welche ſich an den Bergen hinziehen.

Die Erfahrung hat gelehret, daß die Neigung der Oberfläche der Flüſſe ungemein gering iſt, ſo daß ihr Gefälle gewöhnlich auf 1000 Fuß nur einen einzigen Zoll oft noch

weniger beträgt. Nahe am Urſprunge der Flüſſe ſcheint das Gefälle am größten zu ſeyn, und gegen das Meer hin immer mehr abzunehmen. Ohne Zweifel haben ſich die Flüſſe ihre Betten ſelbſt ausgehöhlt, welches aus ihrem Laufe erhellet, welcher bald mehr bald weniger gekrümmt und unregelmäßig iſt. Die Geſchwindigkeit der Flüſſe beruhet aber nicht allein auf ihren Gefällen, ſondern die Höhe des Waſſers hat darauf auch einen ſehr großen Einfluß. So können zwey Flüſſe einerley Gefälle, aber ungleiche Waſſerhöhe haben, und es wird ihre Geſchwindigkeit ungleich groß ſeyn. Dieß beſtätiget auch die Erfahrung. Es gibt aber doch manche Umſtände, welche die Flüſſe in ihren Geſchwindigkeiten verzögern. Dahin gehören die Ungleichheiten auf dem Grunde und an den Seiten des Bettes, die Widerſtände bey großen Krümmungen, Erweiterungen des Bettes, Inſeln u. d. g. Daher wird auch gemeiniglich das Waſſer in Flüſſen auf der Oberfläche geſchwinder, als am Grunde fortfließen, und bey Verengerungen der Flüſſe eine größere Geſchwindigkeit, bey Erweiterungen derſelben aber eine geringere Geſchwindigkeit erlangen. Die geſchwindeſten Flüſſe ſind der Tiger, der Indus und die Donau. Wenn ſich ein ſchnell laufender Fluß ins Meer ergießet, ſo behält er ſeine Geſchwindigkeit noch eine Zeitlang, ſo daß man ſeinen Weg, welchen er nimmt, eine ziemliche Strecke von dem ſtillſtehenden Waſſer unterſcheiden kann.

Die Oberfläche der Flüſſe ſteigt und fällt, und es iſt das Waſſer in ſelbigen nie unreiner, als zu der Zeit, da ſie am höchſten ſind. Aber eben zu dieſer Zeit fließen ſie gerade am ſchnellſten, wenn ſie nicht etwa über die Ufer treten, und Ueberſchwemmungen verurſachen, wodurch ſie in ihrer Geſchwindigkeit entweder ganz oder zum Theil verlieren, und es fallen die irdiſchen Theile, welche mit dem angeſchwollenen Waſſer verbunden ſind, nieder, und ſondern ſich von ihm ab. Dieſes geſchiehet vorzüglich an der Mündung der Flüſſe, indem ſie hier ihre Bewegung beynahe gänzlich verlieren und ſich mit dem Meere vermiſchen. Daher kömmt es, daß

ſich

ſich hier Erde und Schlamm ſo ſtark anhäufen, daß es der Schifffahrt ſehr nachtheilig iſt. Ja die Ufer dehnen ſich daſelbſt wohl noch weiter aus, und verurſachen, daß der Fluß nach und nach eine beträchtliche Breite erhält. Eben daher kömmt es auch, daß bey Ueberſchwemmungen auf dem feſten Lande irdiſche Theile aus dem Waſſer niedergeſchlagen werden, welche ſo viel zur Nahrung der Pflanzen beytragen, und an den mehreſten Orten, wo ſtarke Flüſſe vorbeyfließen, wenigſtens jährlich einmahl dergleichen fruchtbare Erde abſetzen. Durch dergleichen Bodenſätze werden aber auch natürlich die Länder erhöhet, indem ſich auf ihnen nach jeder Ueberſchwemmung eine neue Erdſchichte ſetzet.

Die berühmteſte unter den jährlichen Ueberſchwemmungen der Flüſſe iſt die des Nils. Sie trifft in Aethiopien, wo es vom April bis in September regnet, ſchon zu Ende des May, in Aegypten aber im Junius ein, ſteigt 46 Tage, und fällt eben ſo lange. Beſonders iſt hierzu der Nordwind ſehr günſtig; er treibt nämlich die Wolken gegen die Gebirge im innern Afrika und verhindert den Ausfluß des Nils. Sobald ſich aber ein Südwind erhebet, ſo fällt auch das Waſſer in einem Tage vier Mahl ſo viel als es geſtiegen iſt. Weil nun durch die jährlichen Bodenſätze das Land immer höher wird, ſo iſt es natürlich, daß jetzt das Waſſer weit höher, als vor Alters ſteigen muß, ehe dergleichen Ueberſchwemmungen erfolgen. Die Höhe des Waſſers wird durch den ſo genannten Nilmeſſer beſtimmt, dergleichen nach dem Berichte des **Diodor** die älteſten Könige zu Memphis errichten ließen. Der jetzige Nilmeſſer ſteht Alt-Cairo gegen über am ſüdlichen Ende der Inſel Rodda. Er beſteht aus einer mehr als 50 Fuß hohen Säule, in drey Haupttheilen, jede von 8 conſtantinopolitaniſchen Ellen, getheilt, und in ein Viereck eingeſchloſſen, welches auf einem Gewölbe ruhet, unter welchem der Fluß durchgeht. Wenn das Land jetzt vom Waſſer überſchwemmt werden ſoll, ſo muß es an die 50 Fuß Höhe anſchwellen, da es ſonſt in den alten Zeiten um 16 Fuß und im erſten Jahr-

hundert

hundert nach Chriſti Geburth nur 32 Fuß zu ſteigen brauchte, wenn man ſich auf die Angaben des **Herodot** und des **Plinius** verlaſſen kann.

Die beträchtlichſten Veränderungen erleiden die Betten der Flüſſe kalter Länder vorzüglich im Frühjahre, wenn das Eis ſich hebet. Denn gemeiniglich thaut das Eis in ſtark gefrornen Flüſſen zuerſt an der einen Seite auf, und das angeſchwollene Waſſer drängt ſich, auch wenn es ſchon einiges Eis gehoben, und mit ſich fortgenommen hat, in einen engen Raum zuſammen, nimmt daher in der Geſchwindigkeit beträchtlich zu, und reißt alles mit fort, was ſelbigem im Wege ſtehet, Sandbänke, Inſeln, und wühlt den Grund im Boden auf, ſetzt die aufgeriſſene Erde an derjenigen Seite ab, wo das Waſſer langſam fließt. Auf dieſe Weiſe entſtehen neue Inſeln, Sandbänke, und der Strom macht ſich einen neuen Weg. Auf eine ähnliche Art machen ſich die Flüſſe auf dem Boden ein gerades Bette, wenn das Waſſer auf ſelbigen Ungleichheiten antrifft. Denn hat der Boden des Flußes an irgend einer Stelle einen ſtarken und kurz darauf einen geringen Fall, ſo muß der Fluß an jener Stelle ſchnell und an dieſer langſam fortgehen; folglich reiſſet er an jener Stelle Erde mit ſich fort, und ſetzt ſie an dieſer nieder. Auf dieſe Weiſe wird der erhabene Theil immer niedriger, und der Boden ebner ſich nach und nach von ſelbſt. So haben ſehr wahrſcheinlich die Flüſſe allenthalben, wo ſie in ihrem Laufe Unebenheiten angetroffen haben, dieſe von ſelbſt weggeſchafft. Allein im felſigen Boden hatte das Waſſer nicht Kraft genug, dergleichen Unebenheiten wegzubringen. Erniedriget ſich nun der felſige Grund in ſolchen Flüſſen ſehr ſchnell, ſo findet man an ſolchen Stellen Waſſerfälle. Oft ſind dieſe Waſſerfälle nicht hoch, aber oft ſtrömt auch ein ganzer Fluß auf ein Mahl aus einer beträchtlichen Höhe herab. Vorzüglich trifft man dergleichen Waſſerfälle in gebirgigen Gegenden bey Waſſerbächen häufig an, welche oftmahls von einer

ſehr beträchtlichen herabſtürzen und das Waſſer durch den Fall in einen feinen Staub verwandeln.

Im Ganzen hat die Oberfläche des feſten Bodens eine beſtändige Neigung gegen das Meer hin, welche anfänglich von der höchſten Gegend an am ſtärkſten, nahe am Meere aber faſt unbemerklich iſt. Die Flüſſe alſo, welche von den höchſten Gegenden des feſten Landes kommen, finden alle Mahl eine ſtarke Neigung vor ſich, nahe am Meere aber bewegen ſie ſich faſt im horizontalen Boden. Daraus läßt es ſich nun begreiſen, daß die Flüſſe mehrentheils auf den höchſten Gegenden oft auf weite Strecken ein geradliniges Bette ſich ſelbſt gemacht haben, da im Gegentheil ſelbiges deſto unregelmäßiger und krummliniger wird, je näher die Flüſſe dem Meere zu kommen. Denn ohne Zweifel haben ſich die Flüſſe in dem letzten Falle nach dem wenigſten Widerſtande hin gelenket, weil der Boden beynahe wagrecht iſt. Vermuthlich iſt dieß auch die Urſache, weshalb die Flüſſe ſich in verſchiedene Arme theilen, ehe ſie ſich ins Meer ergießen. Die großen Flüſſe, welche zur Seite andere kleine aufnehmen, werden der Erfahrung gemäß daſelbſt alle Mahl breiter; jedoch iſt die Breite des vereinigten Stroms allezeit kleiner, als die Summe der Breiten der einfachen Flüſſe.

Obgleich faſt alle fließende Gewäſſer ins Meer oder in Seen gehen, ſo gibt es doch auch einige, die ſich in der Erde verlieren, als der Loiret und die Jvette. Hiervon findet man bey den Alten viele Fabeln erzählet; der Alpheus ſollte unter dem Meere fortgehen, bis zur Quelle Arethuſa in Sicilien; was man in dieſen Fluß werfe, komme in der Quelle wieder hervor, wovon aber **Strabo** ſchon das Ungereimte bemerket. Andere Ströme, wie z. B. die Rhone bey der Brücke Lucen, die Maaß über Neufchateau u. ſ. verweilen nur einige Zeit unter der Erde, und kommen dann wieder zum Vorſchein; die Maaß geht an dem erwähnten Orte $1\frac{1}{2}$ franzöſ. Meile weit unter der Erde fort, und tritt dann eben ſo ſtark, wie ſie vorher geweſen war, wieder hervor;

vor; eben dieſe Bewandniß hat es auch mit dem Fluſſe Vichery bey Neuſchateau, welcher drey franzöſ. Meilen weit unter der Erde fortgehet, ferner mit dem Fluſſe Fauche, Veſaigny, Ecot, Clinchang und mit drey andern Gewäſſern, die alle in der Gegend von Neuſchateau verſchwinden. An der Seite von Alençon und bey Rochefoucauld in der Provinz Angoumois verlieren ſich gleichfalls einige Flüſſe, z. E. die Rille, der Jtan, die Aune, der Sopandie u. ſ. f. unter der Erde und gehen in unterirdiſche Höhlen über.

Die Menge Waſſers, welche die Flüſſe ins Meer führen, iſt erſtaunlich groß. Nach einer von **Keil** *) angeſtellten Berechnung, wobey er den Po zum Beyſpiele annimmt, ſoll ſich das Meer, wenn es trocken wäre, von allen Flüſſen der Erde binnen 812 Jahren anfüllen. Die Breite des Po iſt nämlich da, wo er ſeinen Anfang nimmt, 100 Ruthen, oder die Ruthe = 10 Fuß geſetzet, 1000 Fuß, und die Tiefe 10 Fuß. Die Geſchwindigkeit dieſes Fluſſes macht, daß er in einer Stunde 4 italiäniſche Meilen, die Meile 955 Toiſen gerechnet, durchläuft, und bringt alſo dem Meere in einer Stunde 200000 Cubikruthen, und in einem Tage 4000000 zu; eine italiäniſche Cubikmeile enthält 125000000 Cubikruthen, und ſo ergießt folglich der Po in 26 Tagen eine italiäniſche Cubikmeile Waſſer ins Meer. Nach **Riccioli** iſt der Erdboden, von dem das Waſſer in den Po zuſammenfließet, 380 italiäniſche Meilen lang und 120 breit, ſein ganzer Raum beträgt alſo 45600 italiäniſche Quadratmeilen; die Oberfläche der feſten Länder iſt = 85490506 italiän. Quadratmeilen, welche durch 45600 dividiret den Quotienten 1874 geben; folglich bringt der Po nur $\frac{1}{1874}$ des Waſſers, welches alle übrige Flüſſe der Erde dem Meere zuführen, in daſſelbe. Allein 26 dem Po ähnliche Flüſſe würden in einem Tage eine italiän. Cubikmeile, und 1874 ſolche Flüſſe würden in einem Jahre 26308 ſolche Meilen Waſſer dem Meere zuführen, woraus folgt, daß alle

*) Examination of Burnet's theory. Lond. 1734. p. 126. u. *Buffon* hiſtoire natur. générale et part. Vol. I. p. 356.

alle die Flüſſe in einer Zeit von 812 Jahren 21372626 italiän. Cubikmeilen Waſſer in das Meer bringen würden, welches nach einem ungefähren Ueberſchlag eben ſo viel Waſſer betragen würde, als das Meer enthält.

Nach einer andern Berechnung des **de la Metherie** beträgt die Waſſermenge, welche die Flüſſe dem Meer zuführen, bey weiten nicht ſo viel. Er nimmt nämlich nach einem Ueberſchlage an, daß die Flüſſe in Frankreich etwa 9000 Millionen Cubiktoiſen Waſſer dem Meere überbringen. Verhielt ſich nun die Oberfläche der feſten Länder zur Oberfläche Frankreichs wie 444 : 1, und man nähme zugleich an, daß alle Flüſſe der feſten Länder verhältnißmäßig eben ſo viel Waſſer in das Meer ergießen, als dieſes von den Flüſſen Frankreichs erhält; ſo wird die ganze Menge Waſſers, welches mittelſt der Flüſſe ins Meer übergehet, 444 × 9000 Millionen oder 3996000 Millionen Cubiktoiſen ausmache. Eine Cubikmeile von 2283 Toiſen enthält 11717550189 Cubiktoiſen, und ſo würden alſo nach jener Vorausſetzung alle Flüſſe des Erdkörpers jährlich nur 341 Cubikmeilen Waſſer in das Meer bringen. Nimmt man nun nach einem ungefähren Ueberſchlage die Menge Waſſers im Meere 1530320 franzöſ. Cubikmeilen an, ſo würde ein Zeitraum von 4488 Jahren erfordert werden, wenn die Flüſſe eine ſolche Menge Waſſers, die der Menge im Meere gleich iſt, in ſelbiges bringen ſollten.

Uebrigens iſt ſehr leicht zu begreifen, daß dergleichen Reſultate auf keine Weiſe zuverläſſig gefunden werden können. Denn offenbar muß zur Zeit anhaltender Regen mehr Waſſer dem Meere zugeführet werden, als zur Zeit der Trockenheit, und wie vieles Waſſer verdunſtet nicht, welches folglich gar nicht mit in Anſchlag gebracht werden kann. Auch iſt es gar nicht mathematiſch richtig anzunehmen, daß nach dem Verhältniſſe der Oberfläche aller feſten Länder gegen ein Stück deſſelben alle Flüſſe der feſten Länder Waſſer dem Meere zuführen, indem das Waſſer in den kalten Ländern lange ſo ſtark nicht verdunſtet als in den heißen.

Alle

Alle dieſe Umſtände beweiſen die Unzuverläſſigkeit ſolcher Berechnungen über die großen Erſcheinungen der Natur.

M. ſ. **Torb. Bergmann** phyſikaliſche Beſchreibung der Erdkugel durch **Röhl** Greifsw. 1780. gr. 8. B. I. S. 316. f. **de la Metherie** Theorie der Erde a. d. Franz. von **Eſchenbach.** Leipz. 1797. 8. Th. II. S. 287. f.

Flüſſige Körper ſ. **Körper flüſſige.**

Flüſſigkeit (fluiditas, fluidité) heißt der Zuſtand der flüſſigen Körper. Auch verſteht man unter dem Worte Flüſſigkeit ſehr oft die flüſſigen Körper ſelbſt. So ſagt man z. B. Waſſer iſt eine tropfbare Flüſſigkeit, Luft eine expanſible Flüſſigkeit. u. ſ. f.

Fluß (fluxus, flux). Unter dieſem Worte verſteht man oft die Schmelzung ſelbſt. So ſagt man z. B. das Erz iſt in Fluß gekommen, welches eben ſo viel bedeutet, als es iſt geſchmolzen.

Auch verſteht man unter den Nahmen **Flüſſe** einen Zuſatz zu den Erzen, um die Schmelzung derſelben zu befördern, welche im Großen beym Hüttenweſen auch **Zuſätze** genannt werden. Gewöhnlich dienen hierzu fixe Laugenſalze, der Borax, der Salpeter, der Weinſtein und das gemeine Küchenſalz. Gleiche Theile Salpeter und roher Weinſtein mit einander vermiſcht, und in einem glühenden Schmelztiegel nach und nach verpuft, geben einen **weißen Fluß** (fluxus albus, ſal tartari extemporaneum); das noch nicht verpufte Gemiſch hierzu **roher Fluß** (fluxus crudus). Nimmt man hingegen zu einem Theile Salpeter zwey bis drey Theile rohen Weinſtein, miſcht alles gehörig zuſammen und verpuft das Gemiſch, ſo erhält man den **ſchwarzen Fluß** (fluxus niger), welcher wegen der noch nicht gänzlich zerſtörten Kohle des Weinſteins ſchwarz ausſieht. Auch gehöret hierher **Baume's** ſchneller Fluß, welcher ein angezündetes Gemiſch aus drey Theilen Salpeter, ein Theil Schwefel und ein Theil Sägeſpäne, mit welchem man eine kleine Silbermünze in einer Nußſchale ſchmelzen kann.

Auch verſteht man zuweilen unter **Flüſſe** die künſtlichen Edelgeſteine oder farbigen Gläſer, welche durch Beymiſchung von Kalken und Gläſern der Metalle mit andern erdigen und ſalzigen Gläſern verfertiget werden.

Flußſpathſäure, Spathſäure, Flußſäure (acidum fluoris mineralis, acidum fluoricum, acide ſpathique, acide fluorique) heißt diejenige mineraliſche Säure, welche aus dem Flußſpathe durch eine Deſtillation mittelſt anderer Säuren erhalten wird. Durch eine von **Marggraf** [α]) vorgenommene Deſtillation des Flußſpathes, ward **Scheele** [β]) auf die Entdeckung dieſer Säure geleitet. Man gewinnt ſie auf folgende Art: es wird über klar geriebenen Flußſpath ſtarkes Vitriolöl gegoſſen, und über bleyerne oder zinnerne Retorten abdeſtilliret, wobey die metalliſchen Vorlagen halb mit Waſſer angefüllet werden. Sie entwikkelt ſich bey einem geringen Grad von Wärme in Geſtalt weißer Dämpfe, und verbindet ſich mit dem Waſſer in der Vorlage. Sie hat ſehr viele Aehnlichkeit mit der ſalzigen Säure im Geruch und Geſchmack und in ihrer Flüchtigkeit. In feſter Geſtalt läßt ſie ſich nicht darſtellen, und ohne vorgeſchlagenes Waſſer bey der Deſtillation nicht erhalten. Im waſſerfreyen Zuſtande iſt ſie eigentlich gasförmig. Sie hat die vorzüglich merkwürdige Eigenſchaft, daß ſie die Kieſelerde nicht nur auflöſet, ſondern ſie ſelbſt in Dampfgeſtalt mit fortführet. Daher iſt man auch genöthiget, metallene Gefäße bey ihrer Gewinnung zu gebrauchen, weil ſie die gläſernen angreift. Dieſer Eigenſchaft wegen dienet ſie auch zur Aetzung ins Glas. Indeſſen wird ſie aus allen metallenen Gefäßen nicht ganz rein gewonnen, indem ſie noch etwas Metall aufgelöſet enthält. Vorzüglich rein wird ſie aus ſilbernen Gefäßen erhalten.

Ueber

α) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Berlin 1768.
β) Schwed. Abhandl. auf das Jahr 1771; und in Crells chemiſch. Journ. Th. II. S. 102 f.

Ueber gläſerne Gefäße deſtilliret, ſetzt ſie das aufgelöſete Glas, ſobald ſie das Waſſer in der Vorlage berühret, in Geſtalt einer erdigen Rinde ab. Anfänglich war man über die Beſchaffenheit dieſer erdigen Rinde ungewiß; **Scheele** und **Bergmann** hielten ſie für wahre Kieſelerde, welche aus der Verbindung der flußſpathſauren Dämpfe mit dem Waſſer ganz neu entſtanden und erzeuget wären; Herr **Achard** *) dagegen behauptete, daß ſie eine ganz beſondere eigene Erde ſey, welche ſich mit der angewendeten Schwefelſäure verflüchtige, und es auch mit andern Säuren thue, durch Alkalien wieder davon getrennt werde, und alkaliſcher Natur ſey. Er nennt ſie **flüchtige Flußſpatherde**. Den wahren Urſprung hat zuerſt **Wiegleb** β) aufgedeckt, indem er bey genauerer Unterſuchung fand, daß die zur Deſtillation der Spathſäure angewendete Retorte eben ſo viel vom Gewichte abgenommen hatte, als die erhaltene erdige Subſtanz betrug und die Retorte inwendig zerfreſſen war; daher ſchloß er, daß dieſe Erde aus dem Flußſpathe nicht herrühre, ſondern durch die eigene Säure deſſelben aufgelöſetes und abgeſetztes Glas ſey, und daß hierin vorzüglich die Flußſpathſäure von allen übrigen Säuren weſentlich verſchieden ſey. Dieſe Folge iſt nun für ganz völlig wahr befunden worden, nachdem Herr **Scopoli** in ſilbernen vergoldeten, Herr **Wenzel** in bleyernen, und Herr **Meyer** in zinnernen Gefäßen die Flußſpathſäure gewannen, und hierbey nichts von dieſer erdigen Subſtanz erhielten. Beym Zuſatz des Quarzes und des Sandes erhielten ſie aber alle Erſcheinungen, wie bey der Deſtillation aus gläſernen Retorten. Daß dieſe erdige Subſtanz nach Hrn. **Achards** Verſuchen ſchmelzbar war, rührte bloß von dem der aufgelöſeten Kieſelerde beygemiſchten Alkali her.

Der Rückſtand nach der Deſtillation des Flußſpathes mit Vitriolöl iſt ein wahrer Gyps, wenn anders Schwefelſäure

*) Samml. phyſ. chem. Abhandl. B. I. S. 332. und Crells chem. Annal. Jahr. 1785. B. I. S. 145.
β) Crells neueſte Entdeckungen. Th. I. S. 3.

ſäure genug iſt angewendet worden. Es beſteht alſo der Flußſpath aus Kalkerde und ſeiner eigenen Säure.

Die in gläſernen Gefäßen deſtillirte Flußſäure liefert mit dem Laugenſalze ein gallerartiges Gemiſch und keine Kryſtallen; iſt ſie aber von der Kieſelerde rein, ſo läßt ſich alsdann nach **Wenzel** dieſe **flußſpathſaure Pottaſche** kryſtalliſiren. Mit der Kalkerde gibt die Flußſpathſäure eine im Waſſer völlig unauflösliche Verbindung, und tröpfelt man dieſe Säure zum Kalkwaſſer, ſo entſteht ſogleich ein Niederſchlag, der flußſpathſaure Kalkerde iſt; dergleichen iſt auch der natürliche **Flußſpath** (fluor mineralis ſ. ſpatoſus), welcher wegen ſeiner Unauflöslichkeit nicht zu den Salzen, ſondern zu den Steinen oder Erden gehöret. Dieſer kömmt in ſchönen würfligen Kryſtallen mehr oder weniger durchſichtig und von den ſchönſten und mannigfaltigſten Farben vor. Im Feuer iſt er ſchmelzbar, läßt aber dabey ſeine Säure nicht fahren. Im Fluſſe löſt er andere Erdarten auf, und wird deßwegen im Hüttenweſen als Zuſchlag beym Schmelzen gebrauchet, wovon er auch den Nahmen erhalten hat. Im Dunkeln leuchtet er beym Erhitzen.

M. ſ. **Gren** Handbuch der geſammten Chemie Th. I. Halle 1794 8. S. 524. f.

Flußſpathſaures Gas ſ. **Gas, flußſpathſaures.**

Fluth und Ebbe. Zu den unter dem Artikel, **Ebbe und Fluth**, angegebenen Erklärungen über dieſe merkwürdigen Erſcheinungen muß ich noch eine vom Herrn **la Place** beyfügen, welche alle diejenigen Zweifel, die man der newtoniſchen Theorie noch entgegenſtellen könnte, zu heben ſuchet.

Bekanntlich ſuchte **Newton** die Geſetze der Ebbe und Fluth nach der Vorausſetzung zu beſtimmen, daß das Meer unter der Einwirkung der Sonne und des Mondes in jedem Augenblicke im Gleichgewichte ſeyn würde. Zwar nahm dieſer große Geometer auch auf die Umdrehungsbewegung der Erde Rückſicht, um das Zurückbleiben der Ebbe und Fluth hinter den Durchgängen der Sonne und des Mondes

durch den Meridian zu erklären; allein **la Place** ſagt, der Gang ſeiner Schlüſſe ſey nicht befriedigend, und widerſpreche außerdem dem Reſultate einer genauen Analyſe. Eben ſo nahmen auch die von der Akademie der Wiſſenſchaften zu Paris gekrönten Preisſchriften bey ihren Entwickelungen der newtoniſchen Theorie die Vorausſetzung an, daß das Meer unter der Einwirkung der Geſtirne, welche es anziehet, in jedem Augenblicke im Gleichgewichte ſey. Man kann aber ſehr leicht erkennen, daß die Geſchwindigkeit der Umdrehungsbewegung der Erde die Gewäſſer, welche ſie bedecken, verhindert, jeden Augenblick die Geſtalt anzunehmen, welche dem Gleichgewichte der Kräfte, die ſie in Bewegung ſetzen, angemeſſen iſt. Die Unterſuchung dieſer Bewegung verbunden mit der Wirkung der Sonne und des Mondes zeigte indeſſen Schwierigkeiten, welche man nach dem damahligen Zuſtande der Analyſe und den Kenntniſſen von der Bewegung der Flüſſigkeiten nicht heben konnte. Unterſtützt von den nachher über dieſe beyden Gegenſtände gemachten Entdeckungen machte ſich **la Place** über dieſe ſchwerſte Aufgabe der ganzen Mechanik des Himmels, und nahm dabey die alleinigen Vorausſetzungen an, daß das Meer die ganze Erde bedecke, und daß es bey ſeinen Bewegungen nur kleine Hinderniſſe finde. Die Reſultate, welche er daraus ziehen konnte, ſtimmten mit der Erfahrung, beſonders in Anſehung des kleinen Unterſchiedes, welcher in den franzöſiſchen Häfen zwiſchen den beyden Fluthen des nämlichen Tages Statt findet, und nach **Newtons** Theorie ſehr groß ſeyn würde, ſo genau überein, daß er an der Richtigkeit ſeiner Theorie gar nicht zweifeln konnte. Hiernach kam er auf das merkwürdige Reſultat, daß man, um dieſen Unterſchied völlig auf Null zu bringen, nur voraus zu ſetzen brauche, daß das Meer durchaus einerley Tiefe beſitze.

Bey alle dem erleiden aber doch die ſchönen Folgen, welche er aus der Vorausſetzung einer über die Erde regelmäßig verbreiteten Flüſſigkeit, welche bey ihren Bewegungen nur ſehr geringen Widerſtand leide, ziehen konnte, manche

manche Einſchränkungen. Die Unregelmäßigkeit der Tieſe des Meeres, die Lage und der Abhang der Ufer, ihre Verhältniſſe zu den benachbarten Küſten, die Reibungen der Gewäſſer am Meeresgrunde, und der Widerſtand, welchen ſie von demſelben leiden, alle dieſe Urſachen, welche ſich keiner Berechnung unterwerfen laſſen, ändern die Schwingungen dieſer großen flüſſigen Maſſen verſchiedentlich. Alles, was man dabey thun kann, iſt, die allgemeinen Erſcheinungen der Ebbe und Fluth, die aus den anziehenden Kräften der Sonne und des Mondes folgen müſſen, zu entwickeln, und aus den Beobachtungen die Beſtimmungsſtücke herzuleiten, deren Kenntniß unumgänglich erforderlich iſt, um die Theorie der Ebbe und Fluth in jedem Hafen zu ergänzen. Dieſe Beſtimmungsſtücke ſind eben ſo viele willkürliche Größen, welche von dem Umfange des Meeres, von ſeiner Tiefe und den Localumſtänden des Hafens abhangen.

Betrachtet man zuerſt bloß die Wirkung der Sonne auf das Meer, und ſetzet dabey voraus, daß dieſes Geſtirn ſich gleichförmig in der Ebene des Aequators bewege; ſo ſieht man leicht, daß wenn die Sonne den Schwerpunkt der Erde und alle Elemente des Meeres mit gleichen und parallelen Kräften anzöge, das ganze Syſtem des Erdſphäroides, und der Gewäſſer, die es bedecken, dieſen Kräften mit gemeinſchaftlicher Bewegung folgen, und das Gleichgewicht der Gewäſſer nicht geſtört werden würde. Es wird folglich dieß Gleichgewicht nur durch den Unterſchied dieſer Kräfte, und durch die Ungleichheit ihrer Richtungen geſtört. Ein unter der Sonne liegendes Element des Meeres, wird von ihr mehr angezogen, als der Mittelpunkt der Erde; es ſtrebt alſo von der Oberfläche der letztern zu entfliehen, wird aber durch ſeine Schwere, welche dieſes Beſtreben vermindert, auf derſelben zurückgehalten. Einen halben Tag darauf ſteht dieß Element in Oppoſition mit der Sonne, welche es alsdann ſchwächer, als den Mittelpunkt der Erde anziehet; die Oberfläche der Erdkugel iſt alſo nun beſtrebt, ſich von demſelben los zu machen, aber die Schwere

des Elementes hält es an ihr feſt; dieſe Kraft wird alſo noch durch die Anziehung der Sonne vermindert; und da die Entfernung der Sonne von der Erde in Anſehung des Halbmeſſers der Erdkugel ſehr groß iſt, ſo kann man ſich leicht davon überzeugen, daß die Verminderung der Schwere in dieſen beyden Fällen ſehr nahe die nämliche ſey. Eine bloße Zerlegung der Wirkung der Sonne auf die Elemente des Meeres iſt hinreichend, um zu ſehen, daß in jeder andern Lage dieſes Geſtirns gegen dieſe Elemente ſein Einfluß auf die Störung des Gleichgewichtes derſelben nach einem halben Tage wieder die nämliche werde.

Man kann nun als einen allgemeinen Grundſatz der Mechanik feſtſetzen, daß der Zuſtand eines Syſtems von Körpern, wobey die urſprünglichen Bedingungen der Bewegung, durch den Widerſtand, welchen es leidet, aufgehoben worden, periodiſch ſey, wie die Kräfte, von welchen es getrieben wird; es muß folglich jedesmahl nach Verfluß eines halben Tages wieder der nämliche Zuſtand des Meeres eintreten, ſo daß man während dieſer Zeit ein Mahl Ebbe und ein Mahl Fluth hat.

Das Geſetz, nach welchem das Meer ſteigt und fällt, läßt ſich folgender Maßen beſtimmen: man gedenke ſich einen vertikalen Kreis, deſſen Peripherie einen halben Tag vorſtelle, und deſſen Durchmeſſer der totalen Fluth, d. h. dem Unterſchiede der Höhen der vollen und der tiefen See, gleich ſey; und man ſetze, daß die Bogen dieſer Peripherie, von dem niedrigſten Punkte an gerechnet, die von der tiefen See an verfloſſenen Zeiten ausdrücken, ſo werden die Querſinus dieſer Bogen die mit dieſen Zeiten zuſammengehörigen Meereshöhen ſeyn. Das Meer ſchneidet alſo bey ſeinem Steigen in gleichen Zeiten gleiche Bogen dieſer Peripherie ab.

Mitten in einem von allen Seiten freyen Meere findet dieſes Geſetz genau Statt; aber in den franzöſiſchen Häfen werden die Fluthen durch beſondere Localumſtände etwas davon entfernet. Das Meer braucht daſelbſt etwas mehr

Zeit zum Fallen, als zum Steigen, und zu Breſt beträgt der Unterſchied dieſer zwey Zeiten ungefähr $10\frac{1}{2}$ Minuten.

Je größer ein Meer iſt, deſto merklicher müſſen die Erſcheinungen der Ebbe und Fluth ſeyn. Bey einer flüſſigen Maſſe theilen ſich alle Eindrücke, welche ein jedes Element erhält, der ganzen Maſſe mit; dadurch bringt die bey einem einzelnen Elemente unmerkliche Wirkung der Sonne in dem Weltmeere merkwürdige Erſcheinungen hervor. Stellt man ſich einen Kanal über den Meeresgrund hin vor, deſſen eines Ende in der Meeresfläche in eine lothrechte Röhre ausgehet, deren Verlängerung der Sonne Mittelpunkt trifft. In dieſer Röhre wird ſich das Waſſer, vermöge der Einwirkung dieſes Geſtirnes, welche die Schwere ſeiner Elemente vermindert, und überdieß vermöge des Drucks der im Kanale eingeſchloſſenen Waſſertheilchen, erheben, welche ſämmtlich ſich beſtreben, ſich unter der Sonne zu vereinigen. Die Erhebung des Waſſers in der Röhre, über dem natürlichen Waſſerſpiegel des Meeres iſt das Integral dieſer unendlich kleinen Beſtrebungen. Wenn die Länge des Kanals zunimmt, ſo wird dieſes Integral größer, weil es ſich über einen größern Raum erſtreckt, und dabey ein größerer Unterſchied in der Richtung und Größe der Kraft, wovon die äußerſten Elemente getrieben werden, Statt findet. Man ſieht an dieſem Beyſpiele den Einfluß der Ausdehnung des Meeres auf die Erſcheinungen der Ebbe und Fluth, und die Urſache, warum dieſe in kleinen Meeren, wie im ſchwarzen und caspiſchen unmerklich ſind.

Lokalumſtände ändern die Größe der Fluthen ſehr ab. Die wellenförmigen Bewegungen des Meeres können in einer Meerenge ſehr groß werden; das Zurückprallen des Waſſers von entgegenſtehenden Ufern ſie noch mehr vergrößern. Daher ſind die in den Inſeln des Südmeeres durchgängig ſehr kleinen Fluthen in den franzöſiſchen Häfen ſehr beträchtlich.

Wenn das Weltmeer ein durch Umdrehung entſtandenes Sphäroid bedeckte, und wenn es bey ſeinen Bewegun-

gen keinen Widerſtand litte, ſo wäre der Augenblick der vollen See zugleich der des obern oder untern Durchgangs der Sonne durch den Mittagskreis; allein es verhält ſich damit nicht ſo in der Natur, und die Lokalumſtände bringen, ſelbſt in ſehr nahen Häſen, beträchtliche Verſchiedenheiten in die Zeit der Fluthen. Um eine richtige Vorſtellung von dieſen Verſchiedenheiten zu erhalten, ſtelle man ſich eine mit dem Meere in Gemeinſchaft ſtehende und ſich tief ins feſte Land hinein erſtreckende weite Röhre vor; man ſieht leicht, daß die wellenförmigen Bewegungen, welche an ihrer Mündung Statt haben, ſich allmählig durch ihre ganze Länge hin fortpflanzen werden, ſo daß die Geſtalt ihrer Oberfläche durch eine Reihe großer in Bewegung begriffener Wellen ſich bilden wird, welche ohne Aufhören ſich erneuern, und ihre Länge in Zeit von einem halben Tage durchlaufen werden. Dieſe Wellen werden in jedem Punkte der Röhre eine Fluth und eine Ebbe bewirken, welche den vorigen Geſetzen folgen werden; Zeiten der Fluth aber werden in eben dem Maße ſpäter einfallen, als die Punkte von der Mündung ſich mehr entfernen werden. Eben dieß läßt ſich nun auch auf die Flüſſe anwenden, deren Oberfläche, der entgegengeſetzten Bewegung ihrer Gewäſſer ungeachtet, durch ähnliche Wellen ſteigt und fällt. Man bemerkt dieſe Wellen in allen Flüſſen nahe an ihrer Mündung; und an der Straße Pauxis im Amazonenfluſſe ſind ſie auf 200 Meilen vom Meere noch merklich.

Betrachtet man ferner allein die Wirkung des Mondes auf das Meer, und nimmt an, daß ſich dieſes Geſtirn gleichförmig in der Ebene des Aequators bewege; ſo iſt klar, daß es im Weltmeere eine Ebbe und Fluth bewirken müſſe, welche derjenigen ähnlich iſt, die aus der Wirkung der Sonne entſtehet, und welche einen halben Mondstag zu ihrer Periode hat. Es iſt aber die ganze Bewegung eines durch ſehr kleine Kräfte getriebenen Syſtems die Summe der beſondern Bewegungen, welche eine jede Kraft beſonders ihm würde eingedrückt haben; daher vereinigen ſich die zwey durch die

Wirkun-

Wirkungen der Sonne und des Mondes erregten partialen Fluthen ohne einander zu ſtören, und aus dieſer Vereinigung entſteht die Fluth, die in den franzöſiſchen Häfen beobachtet wird.

Hieraus erfolgen die merkwürdigſten Erſcheinungen der Ebbe und Fluth. Wegen der verſchiedenen Perioden dieſer beyden Himmelskörper iſt der Augenblick der Mondsfluth nicht immer einerley mit dem der Sonnenfluth. Fallen zwey dieſer Fluthen zuſammen, ſo wird die folgende Mondsfluth um den Ueberſchuß eines halben Mondstages, über einen halben Sonnentag, d. i., um 1752″, 5 hinter der Sonnenfluth zurückbleiben. Da dieſe Verſpätungen von einem Tage zum andern ſich anhäufen, ſo wird die durch den Mond bewirkte volle See mit der von der Sonne verurſachten tiefen See zuſammenfallen, und umgekehrt. Wenn die Mondsfluth mit der Sonnenfluth zuſammenfällt, ſo iſt die zuſammengeſetzte Fluth am größten; dieß verurſachet die großen Fluthen gegen die Syzygien. Wenn hingegen die volle See von dem einen dieſer Geſtirne mit der tiefen See von dem andern zuſammenfällt, ſo iſt die zuſammengeſetzte Fluth am kleinſten; dieß verurſachet die kleinen Fluthen gegen die Quadraturen. Iſt die Sonnenfluth ſtärker, als die Mondsfluth, ſo iſt es ſichtbar, daß die Zeiten der größten und der kleinſten Fluth zuſammengeſetzt, mit der Zeit zuſammentreffen werden, auf welche die Sonnenfluth fallen würde, wenn ſie allein einträte. Wenn aber die Mondsfluth ſtärker iſt, als die Sonnenfluth, ſo fällt die kleinſte zuſammengeſetzte Fluth um einen Viertelstag entfernet. Dieß iſt folglich ein einfaches Mittel, zu erkennen, ob die Mondsfluth größer oder kleiner als die Sonnenfluth iſt. Alle Beobachtungen geben einſtimmig zu erkennen, daß die Zeit der kleinſten Fluthen von der der größten um einen Viertelstag unterſchieden iſt; folglich iſt die Mondsfluth ſtärker als die Sonnenfluth.

Der mittlere Werth der größten totalen Fluth von jedem Monathe iſt ungefähr 18,13; und der mittlere Werth der kleinſten 8,67 Fuß. Nach den gehörigen Reduktionen iſt

daraus leicht zu ſchließen, daß die mittlere Mondsfluth, welche dem beſtändigen Theile der Mondsparallaxe zugehöret, dreymahl größer ſey als die mittlere Sonnenfluth; oder, was eben das ſagen will, daß die Wirkung des Mondes zur Erhebung des Meeres das Dreyſache von der der Sonne ſey.

Die Wirkung eines Geſtirnes auf ein flüſſiges Element, welches zwiſchen dieſem Geſtirne und dem Mittelpunkte der Erde ſich befindet, iſt dem Unterſchiede ſeiner Wirkung auf dieſen Mittelpunkt und auf das Element gleich; und dieſer Unterſchied iſt das Doppelte von dem Quotienten der Maſſe des Geſtirns, multipliciret durch den Erdhalbmeſſer, und dividiret durch den Würfel der Entfernung dieſes Geſtirns vom Mittelpunkte der Erde. Dieſer Quotient beträgt bey der Sonne $\frac{1}{179}$ der Schwere, welche den Mond gegen die Erde treibt, multipliciret mit dem Verhältniſſe des Erdhalbmeſſers zu der Entfernung des Mondes. Dieſe Schwere iſt ſehr nahe der Summe der Maſſen der Erde und des Mondes, dividiret durch das Quadrat der Entfernung des letztern; die Wirkung der Sonne zur Erhebung des Meeres iſt folglich $89\frac{1}{2}$ Mahl kleiner, als die Summe der Maſſen der Erde und des Mondes dividiret durch den Würfel der Entfernung des Mondes. Aber dieſe Wirkung iſt nur $\frac{1}{3}$ von der Wirkung des Mondes, welche das Doppelte ſeiner Maſſe, multipliciret mit dem Erdhalbmeſſer, und dividiret durch den Würfel ſeiner Entfernung iſt; folglich verhält ſich die Maſſe des Mondes zur Summe der Maſſen des Mondes und der Erde, wie 3:179, woraus folgt, daß dieſe Maſſe ſehr nahe $\frac{1}{58,7}$ von der der Erde iſt. Da ſein Volumen nur $\frac{1}{49,316}$ von dem der Erde iſt, ſo iſt ſeine Dichtigkeit 0,8401, wenn man die mittlere Dichtigkeit der Erde zur Einheit annimmt, und das Gewicht 1 auf der Erde würde auf die Oberfläche des Monds gebracht, ſich in 0,2291 verwandeln.

Nähme das Meer in jedem Augenblicke die Figur an, welche dem Gleichgewichte der auf daſſelbe wirkenden Kräfte angemeſſen iſt, ſo würde die größte totale Fluth unter dem

Aequator

Aequator ungefähr drey Fuß haben, und dieß iſt wirklich der mittlere Werth, welchen man in dem großen Südmeere beobachtet. Die große Verſchiedenheit der Fluthen aber, die man auch in ſehr nahen Häfen bemerkt, beweiſet uns, daß Lokalumſtände die Größe derſelben beträchtlich vermehren können.

Die Größe und das Geſetz der Veränderungen der totalen Fluthen nahe bey ihrem Maximum und Minimum iſt nach der Theorie der Schwere und nach den Beobachtungen völlig einerley. Ihre Zunahme bey ihrer Entfernung von dem Minimum iſt das Doppelte ihrer Abnahme bey ihrer Entfernung von dem Maximum, wie die Beobachtungen es zeigen.

Weil die Mondsfluth ſtärker iſt, als die Sonnenfluth, ſo muß die zuſammengeſetzte Fluth ſich hauptſächlich nach der Mondsfluth richten, und man muß in einer gegebenen Zeit eben ſo viele Fluthen haben, als obere oder untere Durchgänge des Mondes durch den Meridian; und dieß ſtimmt mit den Beobachtungen überein. Aber der Augenblick der zuſammengeſetzten Fluth muß um den Augenblick der Mondsfluth nach einem von den Lichtgeſtalten des Mondes und von dem Verhältniſſe ſeiner Wirkung zu der der Sonne abhängigen Geſetze ſchwingen. Der erſte dieſer Augenblicke geht vor dem zweyten her, von der größten bis zur kleinſten Fluth, er folgt aber auf ihn von der kleinſten bis zur größten, ſo daß, da die mittlere Zeit der zuſammengeſetzten Fluth mit der der Mondsfluth einerley iſt, die mittlere Verſpätung der Fluthen von einem Tage zum andern 3505″ beträgt.

Nach der Theorie alſo, ſo wie nach den Beobachtungen, ändert ſich die Verſpätung der Fluthen, wie ihre Höhe mit den Lichtgeſtalten des Mondes. Die geringſte Verſpätung trifft mit der größten Höhe, und die größte Verſpätung mit der kleinſten Höhe zuſammen, und durch eine merkwürdige Uebereinſtimmung gibt die Theorie für dieſe Verſpätungen von einem Tage zum andern 2708″ und 5150″, eben ſo wie die Beobachtungen. Dieſe Uebereinſtimmung beweiſet zugleich

gleich die Wahrheit dieſer Theorie und die Genauigkeit des angenommenen Verhältniſſes zwiſchen den Wirkungen des Mondes und der Sonne. Aendert man dieß Verhältniß ein wenig, ſo würde es den Beobachtungen der Höhen und den Zwiſchenzeiten der Fluthen bey weitem nicht Genüge thun; dieſe geben es folglich mit großer Genauigkeit.

Beſonders iſt aber noch zu bemerken, daß wenn das vom Meer bedeckte Sphäroid ein durch Umdrehung entſtandener Körper war, alsdann die partialen Fluthen in dem Augenblicke des Durchganges der ſie verurſachenden Geſtirne durch den Mittagskreis erfolgen würden: fiele alſo eine der Syzygien auf den Mittag, ſo würden die beyden Fluthen, mit dem Augenblicke, als dem der größten zuſammengeſetzten Fluth zuſammenfallen. Dieſe größte Fluth würde auch noch an dem Tage der Syzygien ſelbſt Statt finden, wenn die beyden partialen Fluthen auf die Durchgänge der Geſtirne durch den Mittagskreis ſehr nahe nach einerley Zwiſchenzeit folgten. Weil aber die tägliche Bewegung des Mondes in ſeiner Bahn beträchtlich iſt, ſo kann die Geſchwindigkeit dieſer Bewegung auf die Zeit, um welche dieſes Geſtirn vor der Mondsfluth hergehet, einen merklichen Einfluß haben. In der That bringt die Wirkung der Sonne und des Mondes auf ein Element des Meeres jeden Augenblick eine unendlich kleine Welle hervor, deren Anfang dieſes Element iſt, und welche ſich über das ganze ausgedehnte Meer verbreitet; die Summe dieſer Wellen macht die Bewegung dieſer großen flüſſigen Maſſe aus. Nun iſt es einleuchtend, daß diejenigen, deren Urſprung weit entfernet iſt, eine beträchtliche Zeit brauchen müſſen, um in die franzöſiſchen Häfen zu gelangen; die Fluth, welche man daſelbſt beobachtet, iſt alſo der Erfolg der dem Meere einige Zeit vorher ertheilten Eindrücke. Obgleich im Falle eines durch Umdrehung entſtandenen vom Meere bedeckten Körpers dieſe Eindrücke einander ſo zugeordnet ſind, daß die Fluth im Augenblicke des Durchganges des Geſtirnes durch den Mittagskreis ſelbſt erfolgt, ſo kann ſie doch, wenn die Tiefe des Meeres unregelmäßig

gelmäßig

gelmäßig iſt, auf den Durchgang, welcher für ihre Urſache angeſehen werden muß, nach einem oder etlichen Tagen folgen; und da in dieſer Zwiſchenzeit die Bewegung des Mondes in ſeiner Bahn ſehr merklich iſt, ſo kann die Zeit, um welche ſein Durchgang durch den Mittagskreis früher erfolget, als die Mondsfluth, von derjenigen ſehr verſchieden ausfallen, um welche der Durchgang der Sonne durch den Mittagskreis früher erfolget, als die Sonnenfluth.

Von dieſem Unterſchiede wird man ſich eine richtige Vorſtellung machen, wenn man ſich eine weite mit dem Meere in Gemeinſchaft ſtehende, und unter dem Mittagskreiſe ihrer Mündung ſich ſehr weit in das feſte Land hinein erſtreckende Röhre gedenkt. Wenn man ſetzt, daß an dieſer Mündung die volle See im Augenblicke des Durchganges des Geſtirns durch den Meridian ſelbſt Statt habe, und daß ſie 21 Stunden brauche, um an das Ende der Röhre zu gelangen, ſo ſieht man leicht, daß an dieſem letzten Punkte die Sonnenfluth eine Stunde nach dem Durchgange eintreten werde; da aber 2 Mondstage 2,070 Sonnentage ausmachen, ſo wird die Mondsfluth nur 30′ nach dem Durchgange des Mondes durch den Mittagskreis erfolgen, ſo daß zwiſchen den Zeiten, um welche die Mondsfluth und die Sonnenfluth nach den Durchgängen der Geſtirne folgen werden, ein Unterſchied von 70′ Statt findet.

Hieraus folget, daß das Maximum und das Minimum der Fluth nicht an den Tagen der Syzygien und der Quadraturen ſelbſt, ſondern einen oder zwey Tage nachher Statt finden, wenn die Zwiſchenzeit, nach welcher die Mondsfluth auf des Monds Durchgang durch den Meridian folgt, mit der Zwiſchenzeit, nach welcher des Monds Durchgang auf den der Sonne folget, zuſammengenommen, der Zwiſchenzeit gleich iſt, nach welcher die Sonnenfluth auf der Sonne Durchgang durch den Meridian folgt.

Durch Vergleichung einer großen Menge von Beobachtungen und durch verſchiedene Methoden, hat la Place gefunden, daß die Zwiſchenzeit zu Breſt, nach welcher die

größte

größte Fluth auf die Syzygien folgt, ſehr nahe $1\frac{1}{2}$ Tag beträgt. Daraus folgt, daß in dieſem Haſen die Sonnenfluth 18718″ nach der Sonne Durchgang, und die Mondsfluth 13466″ nach des Monds Durchgang durch den Meridian eintrete. Es ſind alſo die Zeiten der Fluthen zu Breſt die nämlichen, wie an dem Ende einer mit dem Meere in Gemeinſchaft ſtehenden Röhre, wenn man ſich vorſtellt, daß an ihrer Mündung die partialen Fluthen in dem Augenblicke des Durchgangs der Geſtirne durch den Mittagskreis ſelbſt Statt haben, und daß ſie $1\frac{1}{2}$ Tage brauchen, um an das Ende derſelben zu gelangen, wenn ſolches 18718″ öſtlicher, als ihre Mündung angenommen wird.

Es iſt zu bemerken, daß der Unterſchied der Zwiſchenzeiten, nach welchen die partialen Fluthen auf den Durchgang der ſie verurſachenden Geſtirne durch den Meridian folgen, die Erſcheinungen der Ebbe und Fluth nicht ändert.

Bisher iſt vorausgeſetzet worden, daß die Sonne und der Mond ſich in der Ebene des Aequators gleichförmig bewegen; jetzt ſollen ſich aber ihre Bewegungen und ihre Entfernungen vom Mittelpunkte der Erde ändern. Wenn man die Ausdrücke ihrer Wirkung auf das Meer entwickelt, ſo kann man jedes Glied derſelben durch die Wirkung eines in einer kreisförmigen Bahn gleichförmig um die Erde bewegten Geſtirns darſtellen; es iſt alſo leicht, die den verſchiedenen Ungleichheiten der Sonne und des Mondes zugehörige Ebbe und Fluth nach den im Vorigen aufgeſtellten Grundſätzen zu beſtimmen.

Wenn man auf ſolche Art die Erſcheinungen der Fluthen der Analyſe unterwirft, ſo findet man, daß die durch die Sonne und den Mond bewirkten Fluthen im umgekehrten Verhältniſſe der Würfel ihrer Entfernungen wachſen; die Fluthen müſſen alſo, bey übrigens gleichen Umſtänden, in der Erdnähe des Mondes wachſen, und in ſeiner Erdferne abnehmen.

Die Veränderungen der Entfernung der Sonne von der Erde ſind bey den Höhen der Fluthen merklich, aber viel

weniger, als die der Entfernung des Mondes, weil ihre Wirkung zur Erhebung des Meereswaſſers drey Mahl kleiner iſt, und ihre Entfernung von der Erde in einem kleinern Verhältniſſe ſich ändert.

Weil die Wirkung des Mondes größer, und ſeine Bewegung ſchneller iſt, wenn er näher bey der Erde ſich befindet, ſo muß die zuſammengeſetzte Fluth bey den Syzygien in der Erdnähe der Mondsfluth, und dieſe ſelbſt dem Durchgange des Mondes durch den Meridian ſich nähern. In der Erdnähe müſſen alſo die Fluthen am Tage der Syzygien voreilen, und in der Erdferne zurückbleiben.

Auch hat die Mondsparallaxe noch auf die Zwiſchenzeit zweyer auf einander folgenden Morgen- oder Abendfluthen gegen die Syzygien, oder in der Nähe des Maximums der Fluthen einen Einfluß.

Nach der Theorie bringt eine Minute Aenderung in dem Mondshalbmeſſer 256″ Aenderung in dieſer Zwiſchenzeit, genau ſo, wie nach den Beobachtungen, hervor.

Dieſe beyden Erſcheinungen haben in den Quadraturen auf gleiche Art Statt; aber die Theorie zeigt, daß ſie dort drey Mahl kleiner ſind, als in den Syzygien, und eben das beſtätigen die Beobachtungen.

Um die Urſache davon zu begreifen, muß man erwägen, daß das tägliche Zurückbleiben der Mondsfluth zunimmt, wenn die Bewegung des Mondes ſchneller iſt, wie dieß in der Erdnähe Statt hat, und daß das Zurückbleiben der Fluthen bey den Syzygien zunimmt, und ſich dem täglichen Zurückbleiben der Mondsfluth nähert, wenn die Kraft des Mondes zunimmt; dieſe beyden Urſachen wirken alſo zuſammen, die Zwiſchenzeit der Fluthen bey den Syzygien in der Erdnähe zu vergrößern. In den Quadraturen, wenn die Kraft des Mondes zunimmt, vermindert ſich das tägliche Zurückbleiben der Fluth und nähert ſich dem Zurückbleiben der Mondsfluth; folglich wächſt die Zwiſchenzeit der Fluthen durch die Geſchwindigkeit der Bewegung des Mondes in der Erdnähe, und nimmt ab durch

die Zunahme der Kraft des Mondes; da alſo alsdann dieſe beyden Urſachen einander entgegenwirken, ſo iſt die Zunahme des Zurückbleibens der Fluth bloß die Wirkung ihres Unterſchiedes, und aus dieſem Grunde iſt ſie kleiner, als in den Syzygien.

Nach dieſer Entwickelung der Theorie der Ebbe und Fluth des Meeres unter der Vorausſetzung, daß die Sonne und der Mond ſich in der Ebene des Aequators bewegen, ſollen nun die Bewegungen dieſer Geſtirne betrachtet werden, wie ſie in der Natur wirklich beſchaffen ſind. Hierbey werden ſich aus ihren Abweichungen neue Erſcheinungen zeigen, welche mit den Beobachtungen verglichen die vorhergehende Theorie immer mehr und mehr beſtätigen.

Dieſer allgemeine Fall läßt ſich noch auf den zurückführen, da mehrere Geſtirne ſich gleichförmig in der Ebene des Aequators bewegten, aber man muß dieſen Geſtirnen ſehr verſchiedene Bewegungen in ihren Bahnen geben. Die einen bewegen ſich langſam in denſelben, und bringen eine Ebbe und Fluth hervor, deren Periode von einem halben Tag iſt; andere haben eine Umlaufsbewegung, die der Hälfte von der Umdrehungsbewegung der Erde beynahe gleich iſt, und dieſe bringen eine Ebbe und Fluth hervor, die eine Periode von ungefähr einem Tage haben; andere endlich haben eine Umlaufsbewegung, die der Umdrehungsbewegung der Erde beynahe gleich iſt, und dieſe bringen eine Ebbe und Fluth hervor, die eine Periode von einem Monathe und von einem Jahre haben.

Die erſte ſchließt nicht nur die vorhin betrachteten Schwingungen ein, welche von den Bewegungen der Sonne und des Mondes und den Veränderungen ihrer Entfernungen von der Erde abhangen, ſondern noch andere, die von ihren Abweichungen abhängig ſind. Wenn man dieſe der Analyſe unterwirft, ſo findet man, daß die totalen Fluthen der Syzygien der Nachtgleichen größer ſind, als die der Syzygien der Sonnenſtillſtände, in dem Verhältniſſe des Halbmeſſers zu dem Quadrate des Coſinus der Abweichung

der Sonne oder des Mondes gegen die Sonnenſtillſtände; man findet, ferner, daß die Fluthen der Quadraturen der Sonnenſtillſtände die der Quadraturen der Nachtgleichen in einem größern Verhältniſſe übertreffen, als das des Halbmeſſers zum Quadrate des Coſinus der Abweichung des Mondes gegen die Quadraturen der Nachtgleichen iſt. Dieſe Reſultate der Theorie werden durch alle Beobachtungen beſtätiget, welche über die Verminderung der Wirkung der Geſtirne, nach dem Verhältniſſe ihrer Entfernung vom Aequator keinen Zweifel übrig laſſen.

Die Abweichungen der Sonne und des Mondes ſind auch ſelbſt an den Geſetzen der Abnahme und des Wachsthumes der Fluthen, von dem Maximum und Minimum an gerechnet, merklich. Ihre Abnahme beträgt nach den Beobachtungen, ſo wie nach der Theorie, ungefähr ein Drittheil, und erfolgt ſchneller in den Syzygien der Sonnenſtillſtände; ihre Zunahme iſt nach den Beobachtungen, wie nach der Theorie, ungefähr zwey Mahl ſchneller in den Quadraturen der Nachtgleichen, als in den Quadraturen der Sonnenſtillſtände.

Die Lage der Knoten der Mondsbahn iſt auf gleiche Art an den Höhen der Fluthen, durch ihren Einfluß auf die Abweichungen des Mondes, merklich.

Die Bewegung dieſes Geſtirnes in gerader Aufſteigung, welche in den Sonnenſtillſtänden geſchwinder als in den Nachtgleichen iſt, muß die Mondsfluth dem Durchgange des Geſtirnes durch den Meridian nähern: die Zeit der Fluthen bey den Syzygien in den Nachtgleichen muß alſo hinter der Zeit der Fluthen bey den Syzygien in den Sonnenſtillſtänden zurückbleiben. Aus eben der Urſache muß die Zeit der Fluthen bey den Quadraturen in den Nachtgleichen zurückbleiben, und die Theorie gibt die Verſpätung ungefähr vier Mahl ſo groß als die erſte.

Die Abweichungen der Sonne und des Mondes haben auch noch einen Einfluß auf die tägliche Verſpätung der Fluthen in den Nachtgleichen und Sonnenſtillſtänden; dieſe

muß gegen die Syzygien in den Sonnenſtillſtänden größer ſeyn, als gegen die Syzygien in den Nachtgleichen; und noch vielmehr größer gegen die Quadraturen der Nachtgleichen, als gegen die Quadraturen der Solſtitialpunkte, und in dieſem zweyten Falle iſt der Unterſchied der Verſpätungen viel Mahl größer als in dem erſtern. Die Beobachtungen beſtätigen dieſe verſchiedenen Reſultate der Theorie mit einer merkwürdigen Genauigkeit.

Die Fluthen der zweyten Art, deren Periode von einem Tage iſt, ſind dem Produkte des Sinus durch den Coſinus der Abweichung der Geſtirne proportioniret; ſie ſind gleich Null, wenn die Geſtirne im Aequator ſind, und wachſen mit ihrer Entfernung von demſelben. Durch ihre Vereinigung mit den Fluthen der erſten Art machen ſie zwey Fluthen des nämlichen Tags ungleich. Aus dieſer Urſache iſt zu Breſt, gegen die Syzygien des Winterſtillſtandes, die Mórgenfluth ungefähr um 0,563 Fuß größer, als die Abendfluth, und gegen die Syzygien des Sonnenſtillſtandes um eben ſo viel kleiner. Eben dieſe Urſache macht auch gegen die Quadraturen der Herbſtnachtgleiche die Morgenfluth um 0,419 Fuß größer, als die Abendfluth, aber gegen die Quadraturen der Frühlingsnachtgleiche um eben ſo viel kleiner.

Ueberhaupt ſind die Fluthen der zweyten Art in den franzöſiſchen Häfen nicht beträchtlich; ihre Größe iſt unbeſtimmt, und hängt von Localumſtänden ab, welche ſie vermehren, und zugleich die Fluthen der erſten Art ſo weit vermindern können, daß ſie ganz unmerklich werden. Man gedenke ſich eine weite durch ihre beyden Enden mit dem Meere in Gemeinſchaft ſtehende Röhre, ſo wird die Fluth in einem über dem Rande dieſer Röhre gelegenen Hafen das Reſultat der durch ihre beyden Enden fortgepflanzten wellenförmigen Bewegungen ſeyn. Nun kann es geſchehen, daß nach Verhältniß der Lage des Hafens die wellenförmigen Bewegungen der erſten Art in ſolchen Zeiten dahin gelangen, daß das Maximum der einen mit dem Minimum der andern zuſammenfällt, und wenn ſie über-

dieß

dieß einander gleich ſind, ſo iſt klar, daß, vermöge dieſer wellenförmigen Bewegungen in dieſem Hafen keine Ebbe und Fluth Statt haben wird. Aber eine durch die wellenförmigen Bewegungen der zweyten Art bewirkte Fluth wird man daſelbſt haben; und da dieſe eine zwey Mahl längere Periode haben, ſo werden ſie nicht ſo übereinſtimmen, daß daß Maximum derer, die durch die eine Mündung kommen, mit dem Minimum derer, die durch die andere kommen, zuſammenträfe. In dieſem Falle wird man gar keine Ebbe und Fluth haben, wenn die Sonne und der Mond in der Ebene des Aequators ſeyn werden; aber die Fluth wird merklich werden, wenn der Mond ſich von dieſer Ebene entfernen wird, und alsdann wird man täglich nur eine vom Monde bewirkte Ebbe und Fluth haben, ſo daß, wenn die Fluth beym Untergange des Mondes erfolget, die Ebbe bey ſeinem Aufgange eintreten wird. Dieſe ſonderbare Erſcheinung iſt zu Baza, einem Hafen des Königreiches Tunkin, und an einigen andern Orten beobachtet worden. Es iſt wahrſcheinlich, daß in den verſchiedenen Häfen der Erde gemachte Beobachtungen alle zwiſchen die Fluthen zu Baza und die in den franzöſiſchen Häfen fallende Verſchiedenheiten darbieten würden.

Was endlich die Fluthen von der dritten Art betrifft, ſo kann man annehmen, als wenn das Meer beſtändig im Gleichgewichte wäre unter der Einwirkung der erdichteten Geſtirne, welche dieſe Fluthen hervorbringen, und ſie unter dieſer Vorausſetzung beſtimmen. Dieſe Fluthen ſind ſehr klein; indeſſen ſind ſie zu Breſt doch merklich, und dem Reſultate der Rechnung gemäß.

Aus dieſer Darſtellung ſieht man die Uebereinſtimmung der auf das Geſetz der allgemeinen Schwere gegründeten Theorie mit den Erſcheinungen der Höhe und den Zwiſchenzeiten der Fluthen. Hätte die Erde keinen Trabanten, und wäre ihre Bahn kreisförmig und läge ſie in der Ebene des Aequators, ſo hätten wir zur Erkenntniß der Wirkung der Sonne auf das Meer kein anderes Hülfsmittel, als die Zeit der vollen See, welche täglich die nämliche wäre, und das Geſetz

ihrer Entſtehung. Aber die Wirkung des Mondes bringt durch ihre Verbindung mit der Sonne in den Fluthen Veränderungen hervor, die ſich auf ſeine Lichtgeſtalten beziehen, und deren Uebereinſtimmung mit den Beobachtungen der Theorie der Schwere eine große Wahrſcheinlichkeit gibt. Alle Ungleichheiten der Bewegung der Abweichung und der Entfernung dieſer zwey Geſtirne veranlaſſen eine große Menge von Erſcheinungen, welche die Beobachtung bekannt gemacht hat, und welche dieſe Theorie gegen alle Angriffe ſicher ſtellen. So dienen alſo die Verſchiedenheiten in der Wirkung der Urſachen, um das Daſeyn der letztern feſtzuſetzen. Da die Wirkung der Sonne und des Mondes auf das Meer, als eine nothwendige Folge der durch alle himmliſche Erſcheinungen erwieſenen allgemeinen Anziehung, durch die Erſcheinungen der Ebbe und Fluth eine direkte Beſtätigung erhält, ſo iſt ſie keinem Zweifel mehr unterworfen.

Uebrigens ſind, nach Anrathen des Herrn **la Place**, die Beobachtungen zu vervielfältigen, um die Unregelmäßigkeiten, welche die Erſcheinungen der Ebbe und Fluth noch zeigen, aufzudecken, und ſie nach den Geſetzen der Schwere zu prüfen, indem ſie eben ſo ſehr die Aufmerkſamkeit der Beobachter verdienen, als die Ungleichheiten der himmliſchen Bewegungen.

Aus dieſer Darſtellung des Herrn **la Place** ſieht man alſo leicht ein, daß wir doch bey weiten noch nicht im Stande ſind, alle Erſcheinungen der Ebbe und Fluth an jedem beſtimmten Orte genau anzugeben, ob es gleich allgemein wahr bleibt, daß die eigentliche Urſache der Erſcheinungen der Ebbe und Fluth von der anziehenden Kraft des Mondes und der Sonne auf das Meereswaſſer herzuleiten ſey.

M. ſ. Darſtellung des Weltſyſtems, durch **Peter Simon la Place**, aus dem Franz. überſ. von **Joh. Karl Friedrich Hauff**. II Theile. Frankf. am Mayn. 1797. 8. Th. II. S. 125 ff.

Folge der Zeichen (ordo ſignorum coeleſtium, conſecutio ſignorum, ordre des ſignes). Wenn von der wahren

wahren Bewegung der Himmelskörper, als der Planeten, der Monde u. ſ. f. die Rede iſt, ſo hat man in der Aſtronomie, um die Richtung derſelben anzugeben, die Ekliptik zum Wegweiſer gewählet, und ſagt alsdann, ein Geſtirn bewege ſich **nach der Folge der Zeichen**, wenn es in der Richtung der zwölf himmliſchen Zeichen, vom Widder zum Stier, vom Stier zu den Zwillingen, von dieſen zu dem Krebs u. ſ. f. ſich fortbeweget; im Gegentheil es bewege ſich ein Geſtirn **gegen die Folge der Zeichen**, wenn es in der Richtung vom Widder zu den Fiſchen, von den Fiſchen zum Waſſermann u. ſ. f. fortgehet, und ſich ſo um den Himmel beweget. Nimmt nun ein Beobachter wahr, daß irgend ein Geſtirn nach der Folge der Zeichen ſich zu bewegen ſcheinet, ſo heißt ſeine Bewegung **rechtläufig**, im entgegengeſetzten Falle aber **rückläufig**.

Man nehme an, es laufe um ſ (fig. 79.) ein Himmelskörper in einer kreisähnlichen Bahn, nach der Richtung abcd, welche zugleich die Folge der Zeichen vorſtelle. Ferner gedenke man ſich über der Ebene des Papiers den Nordpol, und unter ſelbiger gerade entgegengeſetzt den Südpol. Ein Beobachter nun, welcher in der nördlichen Halbkugel der Erde irgendwo ſich befindet, mithin ſeinen Scheitel gegen den Nordpol zukehret, wird den von ihm unendlich entfernten Fixſternhimmel, wovon ef und hg Theile vorſtellen mögen, allenthalben begrenzt wahrnehmen. Er mag ſich demnach nach ef oder nach hg kehren, ſo wird ihm die Folge der Zeichen immer von der Rechten gegen die Linke gehen. In den nördlichen Ländern wird folglich der Beobachter die rechtläufigen Bewegungen allemahl von der Rechten gegen die Linke wahrnehmen, die rückläufigen hingegen von der Linken gegen die Rechte. In den Südländern aber geht die Folge der Zeichen von der Linken gegen die Rechte, weil alsdann der Beobachter ſeinen Scheitel gegen den Südpol zugekehret hat. Hierbey kömmt es nun noch vorzüglich darauf an, ob der Beobachter innerhalb der kreisähnlichen Bahn oder außerhalb derſelben ſich befindet. Im erſten Falle wird

dem Nordländer allemahl die Bewegung nach der Folge der Zeichen erſcheinen, vorausgeſetzet, daß er mit der Erde nicht zugleich fortgeführet wird. Sobald der Himmelskörper durch a b gehet, ſo wird er ihm von e nach f, und ſobald er durch c d gehet, von h nach g zu laufen ſcheinen. Im andern Falle hingegen, da er etwa in k ſich befindet, wird ihm zwar der Himmelskörper, welcher ſich durch a b beweget, nach der Folge der Zeichen, durch c d aber, gegen die Folge der Zeichen zu gehen ſcheinen. In den Südländern wird eben dieß Statt finden, nur in umgekehrter Ordnung. In dieſem zweyten Falle iſt folglich die Bewegung des Himmelskörpers in der einen Hälfte der Bahn dem Zuſchauer rechtläufig, in der andern Hälfte aber rückläufig, obgleich die eigentliche Bewegung auch in der andern Hälfte nach der Ordnung der Zeichen erfolget.

Die Beobachter auf der nördlichen Halbkugel der Erde, welche die Sonne, den Mond, die Planeten und Trabanten derſelben, ſo wie die himmliſchen Zeichen ſelbſt, gegen Mittag ſehen, haben zwar zur Linken Morgen und zur Rechten Abend; ſo wie umgekehrt die auf der ſüdlichen Halbkugel, welche jene Geſtirne gegen Norden betrachten, zur Linken Abend und zur Rechten Morgen haben. Allein dieſes kann in Rückſicht auf den Gang der Planeten keine Zweydeutigkeit verurſachen, indem beyde Beobachter die Folge der Zeichen von Abend gegen Morgen rechnen.

Es ſcheinen uns daher alle diejenigen Himmelskörper, deren Bahnen uns umſchließen, und welche nach der Ordnung der Zeichen gehen, allemahl von Abend gegen Morgen ſich fortzubewegen, vorausgeſetzet, daß wir unſern Ort nicht verändern. Daher ſind uns auch in Anſehung dieſer Körper die Ausdrücke gleichbedeutend, nach der Folge der Zeichen oder von Abend gegen Morgen fortrücken, wie dieß der Fall beym Monde und den obern Planeten iſt.

Im Gegentheil ſcheinen uns diejenigen Himmelskörper, deren Bahnen uns nicht umſchließen, ſondern die wir von außen betrachten, und welche nach der Folge der Zeichen

fortrücken,

fortrücken, nur in der entferntern Hälfte ihrer Bahn von Abend gegen Morgen, in der andern Hälfte aber von Morgen gegen Abend ſich fortzubewegen. In dieſem Falle ſind alſo auch jene Ausdrücke nicht mehr gleichbedeutend. Dieß findet Statt bey den untern Planeten, bey den Monden des Jupiters, Saturnus und Uranus, indem ſie um ſelbige umlaufen, und bey der Bewegung der Sonnen- und Planetenflecken.

Alle Planeten laufen um die Sonne, alle Nebenplaneten um ihre Hauptplaneten nach der Folge der Zeichen, und nach eben dieſer Richtung drehen ſich auch die Himmelskörper um ihre Axen, von denen dieß bekannt iſt.

Fontaine, ſ. **Springbrunnen.**

Form, beym **Elektrophor**, ſ. **Elektrophor.**

Foſſilien (foſſilia, foſſiles). Mit dieſem Nahmen benennet man überhaupt alle aus der Erde gegrabene natürliche Körper, zu welchem Naturreiche ſie auch gehören mögen. Im engern Verſtande aber verſteht man darunter die unorganiſchen Körper des Mineralreichs.

Friktion, ſ. **Reiben.**

Friktionsmaſchine, ſ. **Reiben.**

Froſt (frigus glaciale, gelu, gelée) iſt derjenige Zuſtand unſerer Atmoſphäre, bey welchem das Waſſer ſich in Eis verwandelt hat.

Es iſt eine jedermann genugſam bekannte Erfahrung, daß bey einem gewiſſen Grade der Wärme das Waſſer zu gefrieren anfängt, oder ſich in Eis verwandelt. Dieſer Wärmegrad iſt, ſo viel man weiß, allemahl und an allen Orten einerley, und wird daher auch Froſtpunkt genannt. M. ſ. **Thermometer.** Wenn dieſer Wärmegrad noch geringer wird, folglich die Kälte zunimmt, ſo wird auch der Froſt ſtärker, und es gefrieren alsdann Flüſſigkeiten, welche bey der Temperatur des Froſtpunktes noch flüſſig blieben. Bey ſtarker zunehmender Kälte iſt die Wirkung des Froſtes erſtaunend groß. M. ſ. den Artikel **Eis.**

Diejenigen Fröſte, welche bey hellem Himmel erfolgen, heißen **helle Fröſte**, bey ſehr heiterer Luft in den Wintertagen iſt die Kälte gewöhnlich gemäßigt, und die ſtärkſten Fröſte ſcheinen bey nicht ſo heiterer Luft und bey einer gewiſſen Bläſſe der Sonne zu erfolgen. Denn bey ſehr ſtarker Kälte iſt die Ausdünſtung des Eiſes beträchtlich groß, und eben wegen dieſer Kälte werden die aufgeſtiegenen Dünſte in mäßiger Höhe zerſetzet, und ſo ſtark verdichtet, daß die Durchſichtigkeit der Luft eine unmittelbare Folge davon iſt. Bey großen Flüſſen und Seen ſind daher auch die hellen Fröſte ſehr ſelten, weil daſelbſt beſtändige Nebel anzutreffen ſind.

Sehr ſtarke Winde vermindern die Kälte in etwas, und ſind folglich dem Froſte hinderlich, indem dadurch das Waſſer in große Bewegung geſetzet wird, ſo daß die Entſtehung des Eiſes nicht ſo leicht Statt finden kann. So ſind ſelbſt bey heftigen Nordwinden die Fröſte nicht die ſtärkſten, obgleich ſonſt gewöhnlich dieſer Wind Fröſte bringt. Ein trockener mäßiger Wind iſt der Entſtehung des Eiſes am vortheilhafteſten.

Bey trockener Witterung iſt der Froſt gewöhnlich den Pflanzen und Bäumen nicht ſchädlich. Wenn aber nach anhaltendem Regenwetter oder nach erfolgtem Thauwetter ein plötzlicher Froſt einfällt, ſo iſt dieſer den Gewächſen ungemein nachtheilig. Denn in ſolchen Fällen haben die zarten Röhrchen vieles Waſſer eingeſogen, das nach erfolgtem Froſte in Eis verwandelt wird, und durch die ſtarke Ausdehnung deſſelben die Faſern und überhaupt die organiſche Struktur der Pflanzen und Bäume verheeret, und ſelbſt die ſtärkſten und feſteſten Bäume mit einem heftigen Knalle zerſprenget. Die Ausdehnung der wäſſerigen Feuchtigkeiten beym Gefrieren iſt auch die Urſache, warum ſelbſt bey einem gelinden Grade der Kälte zur Zeit der Baumblüthe die Hoffnung zur Einſammlung des ſo erquickenden Obſtes vereitelt wird.

Auch die wäſſerigen Früchte werden durch einen ſtarken Froſt verderbet. Sie verlieren dabey ihren ſonſt angenehmen Geſchmack, und gehen nach erfolgtem Thauwetter gar bald

in Fäulniß über. Ob ſonſt gleich der Froſt ein Mittel iſt, ſelbſt das Fleiſch gegen die Fäulniß zu ſchützen, ſo erfolget doch auch bey dieſem, nachdem es wieder aufthauet, bald eine faulende Gährung. Denn durch die Ausdehnung der zu Eis gewordenen wäſſerigen Feuchtigkeiten werden die kleinen Gefäße zerriſſen, und die ganze Organiſation zerſtöret.

Selbſt lebenden thieriſchen Körpern ſind ſehr ſtarke Fröſte nachtheilig, indem Thiere und Menſchen erfrieren können. Bey einem erfrornen Gliede eines Menſchen iſt das beſte Mittel dieſes: daß man es eine Zeitlang in Schnee ſtecket, ehe man es einer gelinderen Temperatur ausſetzet; alsdann bereitet man folgende bewährte Salbe, mit welcher es ſo lange bepflaſtert werden muß, bis es völlig geſund worden iſt: man zündet nämlich ein Talglicht an, läßt den geſchmolzenen Talg auf ein Stück Eis tröpfeln, rühret alsdann das geſchmolzene Eis mit dem Talg in die Salbe zuſammen.

Froſtpunkt, ſ. **Thermometer**.

Frühjahr, Frühling, Lenz (ver, printems) iſt eine von den vier Jahreszeiten, welche ſich mit dem Tage anfängt, da die Sonne in ihrer ſcheinbaren Bahn aus der untern Hälfte der ſcheinbaren Himmelskugel in den Aequator tritt, darauf in die obere Hälfte der Himmelskugel weiter herauf geht, ſich aber mit dem Tage endiget, da die Sonne zu Mittage ihren höchſten Stand im Jahre erreichet hat. Sobald die Sonne in ihrer ſcheinbaren Bahn in den Widder tritt, wo ſich die Ekliptik mit dem Aequator durchſchneidet, ſo geht nun bey uns der Frühling an, welches etwa um den 20ten März iſt; hierauf beweget ſich die Sonne weiter herauf, bis ſie endlich etwa am 21ten Juny in den Krebs gekommen iſt, wo ſie die größte Mittagshöhe erreichet hat, und bey uns der längſte Tag eingefallen iſt; zu welcher Zeit alsdann der Frühling aufhöret und der Sommer angehet. M. ſ. **Ekliptik**. In der ſüdlichen gemäßigten Zone fängt ſich der Frühling an, wenn die Sonne in die Wage tritt, wo ſich die Ekliptik wieder mit dem Aequator ſchneidet, und welches am 23ten September erfolget; kömmt endlich die Sonne

in den Steinbock, welches den 21ten December geſchiehet, ſo fällt daſelbſt der längſte Tag ein, und der Frühling hat ein Ende.

In der heißen Zone finden überhaupt keine ſo regelmäßigen Abtheilungen der Jahreszeiten, wie in den gemäßigten Zonen Statt, und man kann eigentlich daſelbſt bloß trockene und naſſe Zeit unterſcheiden.

Selbſt im gemeinen Leben bey uns ſieht man bey Beſtimmung der verſchiedenen Jahreszeiten mehr auf Witterung und Temperatur, als auf den Stand der Sonne, und daher läßt ſich in dieſem Verſtande der Anfang der Jahreszeiten nicht genau angeben. So verſteht man unter dem Frühlinge diejenige unbeſtimmte Zeit, zu welcher die Kälte aufhöret, die Temperatur wieder gelinder und wärmer wird, und die erſtorbene Natur aufzuleben anfänget.

Frühlingsnachtgleiche (aequinoctium vernum, aequinoxe de printems) heißt diejenige Zeit, da die Sonne in ihrer ſcheinbaren Bahn aus der ſüdlichen Halbkugel in den Aequator kömmt, in der gemäßigten nördlichen Zone den Frühlingsanfang beſtimmt, und zugleich an allen Orten der Erde Tag und Nacht gleich machet. Es erfolget dieſe Zeit gerade beym Eintritte der Sonne in den Widder oder etwa um den 21ten März.

Frühlingspunkt, ſ. **Aequinoctialpunkte.**

Fundamentalabſtand am Thermometer, ſ. **Thermometer.**

Fundamentalelektrometer des de Lüc, ſ. **Elektrometer.**

Funkeln oder **Blinken der Fixſterne** (ſcintillatio fixarum, radians fixarum ſplendor, ſcintillation des étoiles fixes) heißt das lebhafte Zittern der Fixſterne, wodurch ſich ihr Licht von dem Lichte der Planeten, welches oft ſtärker, aber minder lebhaft und nicht zitternd iſt, unterſcheidet.

Vitellio *) ſchreibt das Blinken der Fixſterne der Bewegung der Luft zu, in welcher das Licht gebrochen wird; denn

*) Opticae theſaurus *Riſneri* p. 449.

denn im bewegten Waſſer die Fixſterne betrachtet ſey das Blinken derſelben noch viel ſtärker. D. Hook [α]) erkläret das Blinken der Fixſterne aus der unregelmäßigen und ungleichen Brechung der Lichtſtrahlen, welche auf dem Rande der Sonne, des Mondes und der Planeten eine zitternde Bewegung gebe. Daß es aber eine ungleiche Miſchung der Theile in der Atmoſphäre gebe, beweiſet er aus der Verſchiedenheit der Hitze und Kälte in der Luft. Hiervon könne man ſich überzeugen, wenn man nach entfernten Objekten über einem Stücke heißen Glaſes hinſähe, welchen man doch wohl auf keine Art Ausdünſtungen zuſchreiben könne. Eben dieß bemerke man, wenn man die Sterne durch aufſteigende Dünſte von Waſſer betrachte. **Michell** [β]) glaubet, daß die Urſache des Blinken der Fixſterne in einer ungleichen Dichtigkeit des von den Sternen ausfließenden Lichtes zu ſuchen ſey. **Muſſchenbroek** [γ]) iſt der Meinung, daß das Funkeln der Sterne nicht allein in der Beſchaffenheit der Atmoſphäre, ſondern auch in dem Auge ſelbſt ſeinen Grund habe, und vermuthet, daß die Lebhaftigkeit des Lichtes, womit es das Auge rühret, etwas hierzu beytragen könne. Allein alsdann müßten die Sterne im Zenith an lebhafteſten funkeln, weil alsdann das Licht am ungeſchwächteſten ins Auge kömmt, welches aber wider die Erfahrung iſt. Noch andere haben die Urſache des Funkelns darin finden wollen, weil eine unzählbare Menge Stäubchen in der Luft die Fixſterne, welche nur als Punkte erſchienen, unaufhörlich bedeckten und dem Auge wieder erſcheinen ließen. Allein ein ſolches Stäubchen müßte alsdann doch wenigſtens ſo groß als der Augenſtern ſeyn.

Die gemeinſte von den Naturforſchern angenommene Meinung iſt dieſe, daß die Urſache des Funkelns in der Beſchaffenheit der Atmoſphäre liege. Denn wenn wir auf dieſe Erſcheinung genau Acht hätten, ſo bemerke man, daß die

α) Micrographia p. 231.
β) Philoſoph. transact. Vol. LVII. p. 262.
γ) Introductio ad philoſoph. natural. Vol. II. §. 1741.

die Fixſterne nicht zu allen Zeiten und an verſchiedenen Stellen am Himmel gleich ſtark blinkten. Bey dunſtiger Luft funkelten die Sterne weit ſtärker, als bey ganz heiterer, ſo wie das Blinken ebenfalls ſtärker ſey, wenn ſie niedrig am Himmel ſtänden, als gegen das Zenith hin. Weil nämlich die in der Luft ſchwebenden Dünſte in einer beſtändigen Bewegung ſind, ſo müſſe nothwendig das ſtarke Licht der Fixſterne, welches durch die dunſtige Atmosphäre hindurchgehe, in eine zitternde Bewegung gebracht werden. Dieſe Meinung ſey vorzüglich durch die Beobachtungen in heißen und trockenen Ländern, z. B. im wüſten Arabien und am perſiſchen Meerbuſen beſtätiget worden, wo die Fixſterne bey einem faſt immer heitern Himmel lebhaft glänzten, ohne irgend ein Funkeln an ihnen wahrzunehmen. Daraus ſey zugleich begreiflich, warum man ſie bey feuchter Luft und am niedrigen Himmel, wo ihr Licht durch mehrere Dünſte durchgehen müſſe, ſo ſtark flimmern ſehe.

Daß aber die Planeten nicht funkelten, das rühre unſtreitig von der geringern Lebhaftigkeit des von der Sonne erborgten Lichtes, und vorzüglich von ihren ſcheinbaren Durchmeſſern und ihrer ſcheibenähnlichen Geſtalt her, bey welchen man bloß ein Zittern an den Rändern bemerken würde. So helle auch das Licht der beyden Planeten des Jupiters und der Venus ſey, ſo ſey doch dieſe Lebhaftigkeit des Lichtes von dem Blinken der Sterne gar ſehr verſchieden.

Wenn man die Fixſterne durch gute Fernröhre betrachtet, ſo benehmen dieſe jenen das Funkeln, und man ſieht ſie bloß als hell glänzende Punkte, ſo daß ſogar die größten Fixſterne durch ihr glänzendes Licht noch die prismatiſchen Farben im Fernrohre bewirken.

M. ſ. **Prieſtley** Geſchichte der Optik durch **Klügel** S. 14. 131. 372.

Funken (ſcintilla, étincelle) ſind kleine leuchtende Punkte, welche durch irgend eine Kraft von einem Körper gleichſam losgeriſſen werden, wie z. B. der glühende Hammerſchlag beym Schmieden des glühenden Eiſens, die Fun-

ken

ken beym Feuerſchlagen, die Funken beym Reiben des Glaſes an einem herumlaufenden Mühlenſteine u. ſ. f. Bey einem ſtarken Feuer ſieht man ſehr oft durch die ausdehnende Kraft des Feuers kleine brennende Körper mit fortreißen, die noch eine kürzere und längere Zeit in der Luft fortbrennen, und die man im gemeinen Leben Feuerfunken nennt.

Beym Schlagen des Stahls an einem Feuerſteine ſind die Feuerfunken wahre kleine brennende Stückchen Stahl, welche durch den Schlag losgeriſſen und oft mit Theilchen des Steines zuſammengeſchmolzen oder verſchlackt ſind. Dieß entdeckt man ſehr leicht durchs Mikroſkop, wenn man dergleichen Funken auf ein untergelegtes Papier geſchlagen hat, wo ſich die verbrennten und verſchlackten Theile als kleine runde Kügelchen zeigen.

Den Grund der Entſtehung der Feuerfunken, welche vorzüglich durch das Reiben zweyer Körper an einander entſtehen, muß allein in der Zerſetzung des gebundenen Licht- und Wärmeſtoffs liegen. Nur iſt hierbey ſtreitig, ob das Feuer aus den geriebenen Körpern entſtehe, oder ob ſelbſt eine Luftzerſetzung vorgehet. Nach Herrn **Gren** rühren dieſe Funken von dem Brennſtoffe her, welchen die Körper durch die Zerſetzung des Lichtes aufgenommen hatten, welcher aber nicht chemiſch damit verbunden zu ſeyn, ſondern ihnen nur zu adhäriren ſcheinet, und daher durch eine höhere Temperatur ihnen wieder entzogen werden kann, indem er ſich dann wieder mit dem Wärmeſtoffe zum Lichte verbindet, und als ſolches austritt. Nach ihm iſt aber Licht aus Brennſtoff und Wärmeſtoff zuſammengeſetzet, von welchem letztern jenes die Expanſion erhält. M. ſ. **Licht**.

Wirklich losgeriſſene Theilchen von brennenden oder glühenden Körpern, welche ſich als Feuerfunken in die Luft erheben, befinden ſich unter eben ſolchen Umſtänden, wie die großen brennenden oder glühenden Körper, und müſſen daher auch als ſolche betrachtet werden. M. ſ. **Verbrennen**, **Glühen**.

Funken, elektriſcher (ſcintilla electrica, étincelle électrique) iſt eine elektriſche Erſcheinung, da aus einem elektriſirten Körper durch Annäherung eines andern abgerundeten ein kleiner ſchnell vorübergehender ſchmaler Lichtcylinder herausgelocket wird, welcher mit einem kniſternden Schalle begleitet iſt. Der Knall oder das Geräuſche, welcher bey der gehörigen Näherung des Körpers aus dem elektriſirten Körper hervorbricht, iſt, nach der verſchiedenen Stärke der Elektricität bald größer, bald kleiner. Vorzüglich lebhaft iſt der Schall alsdann, wenn der elektriſirte Körper und der ihm genäherte Leiter ſind, welche auf entgegengeſetzte Art elektriſiret ſind; wie wohl auch ſtarke Funken entſtehen, wenn nur der eine Leiter ſtark elektriſiret, der andere aber im natürlichen Zuſtande ſich befindet, oder auch wohl gleichnahmig mit jenem aber ſchwach elektriſiret iſt. Die Weite, auf welche der eine Körper dem elektriſirten genähert werden muß, wenn ein Funke entſtehen ſoll, heißt die **Schlagweite**, und ſie iſt, alles übrige gleichgeſetzet, deſto größer, je ſtärker die Elektricität des elektriſirten Körpers iſt. Wenn der elektriſirte Körper ein Nichtleiter iſt, ſo iſt der Funke nur ſchwach, und die Schlagweite bey weiten nicht ſo groß, als wenn er ein iſolirter Leiter iſt. Wenn in dieſem Falle der Leiter, womit der elektriſche Funken herausgelocket wird, iſoliret iſt, ſo vertheilet ſich die Elektricität nach Maßgabe der Oberfläche der Leiter; iſt er aber nicht iſoliret, ſo zeigen auch beyde nach erfolgtem elektriſchen Funken keine Elektricität mehr.

Wahrſcheinlich geht die elektriſche Materie bey der Mittheilung durch den Funken in Geſtalt einer kleinen Kugel über. Allein die Geſchwindigkeit, womit der Funke hervorbricht und verſchwindet, iſt ſo groß, daß der Weg, den er nimmt, einen vollen Lichtcylinder darſtellet, und man nicht vermögend iſt, die Kugelgeſtalt wahrzunehmen. Eben von dieſer Geſchwindigkeit rühret es auch her, daß man auf keine Weiſe durch Erfahrung beſtimmen und vorher ſagen kann, aus welchem Körper der Funke komme, und in welchen

chen er übergehe. Nach dem franklinischen Syſtem muß er aus dem poſitiv elektriſirten kommen, und in den negativ elektriſirten übergehen. Uebrigens beweiſet aber die Erfahrung keine Verſchiedenheit in der Geſtalt des Funkens, er mag aus einem poſitiv, oder negativ elektriſchen Körper herausgelocket werden.

Wenn aus dem erſten Leiter einer Maſchine ein Funke ausgezogen wird, ſo iſt er deſto ſtärker, je mehr Oberfläche der Leiter hat, und je größer ſeine Ausdehnung in die Länge iſt, und man erhält die ſtärkſten Funken aus dem von der Maſchine abgekehrten Ende des Leiters. Lockt man den elektriſchen Funken mit dem Finger oder mit einem andern Theile des menſchlichen Körpers aus dem elektriſirten Körper, ſo iſt die Empfindung davon ſchmerzhaft, und gibt ſelbſt eine Erſchütterung, wenn der Funke ſehr ſtark iſt. Eben dieſe Empfindung hat ein Menſch, wenn er iſoliret iſt und elektriſiret wird, alsdann aber entweder einen Leiter berühret, oder von einem berühret wird. Wenn der elektriſche Funken ſtark genug iſt, ſo können dadurch leicht entzündliche Materien, als z. B. Weingeiſt, beſonders wenn er vorher etwas erwärmet worden, angezündet werden; beſonders leicht wird durch den elektriſchen Funken eine gehörige Miſchung von brennbarer und atmoſphäriſcher Luft entzündet, worauf ſich verſchiedene elektriſche Werkzeuge gründen. M. ſ. **Piſtole, elektriſche, Lampe, elektriſche.**

Bey großen und wirkſamen Elektriſirmaſchinen ſind die Funken oft ſo ſtark, daß ſie nach allen Seiten Feuerbüſchel ausſtrömen. Die Wege, welche die Funken nehmen, ſind oftmahls verſchieden; nicht ſelten brechen ſie ſich unter ſpitzigen Winkeln und bilden ein Zickzack, wie man beym Blitz wahrnimmt. Ohne Zweifel rühret dieſe Verſchiedenheit von den mehr oder weniger leitenden Theilchen her, welche ſich nahe am Wege, wohin der Funke gehen will, befinden, indem er allemahl den beſſern Leitern folget. So können z. B. Feuchtigkeiten, welche ſich in der Luft befinden, den Funken von

ſeinem

ſeinem geraden Wege ablenken, und verurſachen, daß er geſchlängelt in den leitenden Körper übergehet.

Man hat auch Werkzeuge angegeben, um die Länge der Funken zu meſſen, welche unter dem Nahmen **Funkenmeſſer** bekannt ſind. Dergleichen findet man beſchrieben bey **Groß** [α]), **le Roi** [β]) und **Langenbucher** [γ]). Ihre Einrichtung iſt eine Kugel, welche man an einem Maßſtabe verſchieben, und daher ihre Entfernung von dem erſten Leiter der Maſchine, welcher ihnen Funken gibt, abmeſſen kann. Auch entdeckte **Groß** eine beſondere Erſcheinung des elektriſchen Funkens, welche er **elektriſche Pauſen** nannte. Es hörten nämlich in einer gewiſſen Entfernung vom elektriſirten Körper unter gewiſſen Umſtänden die Funken auf, in einer größern Entfernung aber kamen ſie wieder. Eben dieß bemerkte nachher auch **Nairne**.

Die erſten, welche an elektriſchen Körpern ein Licht mit begleitendem Kniſtern bemerkten, waren **Otto von Guerike**, **Bayle**, **D. Wall** und **Hawksbee**. Beſonders **D. Wall**, nachdem er ein Stück Bernſtein ſtark gerieben hatte, empfand bey Entſtehung des elektriſchen Lichtes einen plötzlichen Stoß. **Gray** bemerkte zuerſt, daß ein Leiter Funken gab, indem er ſeine geriebene Glasröhre gegen die Oberfläche des Waſſers in einem Gefäße brachte. Nach ſeiner Erzählung ſoll ein feiner Strahl ſich aus dem Waſſer erhoben haben. **Du Fay** in Frankreich war aber doch der erſte, welcher aus ſeinem eigenen Körper einen elektriſchen Funken zog. Er empfand einen Schmerz wie von dem Stiche einer Nadel, oder von dem Brennen eines Feuerfunkens, welcher durch die Kleider eben ſo gut, wie auf die bloße Haut wirkte. Dieſe Empfindung hatten auch diejenigen, welche den **du Fay** berührten, wobey man auch zugleich den elektriſchen Funken im Dunkeln wahrnahm. Sein damahliger Schüler, **Nollet** erzählet,

α) Elektriſche Pauſen. Leipzig 1776. 8.
β) Mém. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. 1766. p. 541.
γ) Beſchreibung einer verbeſſerten Elektriſirmaſchine. Augsburg 1780. 8. S. 46.

erzählet, daß er die Beſtürzung nie vergeſſen werde, in welche ihn der erſte Funke aus **dü Fay's** Körper verſetzet habe.

Die deutſchen Naturforſcher verſtärkten den elektriſchen Funken ungemein. Beſonders bemerkte der P. **Gordon** in Erfurth, daß der elektriſche Funke ungemein verſtärket würde, wenn man die Elektricität auf einem langen Leiter fortleitete. Dadurch bewerkſtelligte er, daß er in einer Leitung von 200 Ellen langem dicken Drahte Vögel durch den elektriſchen Funken tödten konnte. Auch zündete im Jahre 1744 der D. **Ludolf** in Berlin und der Prof. **Winkler** in Leipzig mittelſt eines elektriſchen Funkens den Weingeiſt an, ſo wie Herr **Gralath** in Danzig ein eben verloſchenes Licht, indem er den Funken auf den Dampf gehen ließ; und **Boſe** in Wittenberg ſetzte Schießpulver in Brand, welches er in einem Löffel geſchmolzen hatte. Alle dieſe Verſuche wurden von D. **Watſon** wiederhohlet, wobey er zugleich fand, daß die Entzündung des Weingeiſtes erfolgte, wenn eine elektriſirte Perſon denſelben hielt, und eine unelektriſirte den Finger daran brachte.

Nach der Entdeckung der leidner Flaſche, welche bald darauf erfolgte, war man im Stande, weit ſtärkere Wirkungen zu bewerkſtelligen, als durch die einfachen Funken an dem Conduktor der Maſchine erhalten werden konnte. Durch nach und nach verbeſſerte Elektriſirmaſchinen hat man jedoch auch die einfachen Funken ſo ſtark erhalten können, daß ſie den Wirkungen einer verſtärkten Elektricität in der leidner Flaſche nicht viel nachgeben.

M. ſ. **Cavallo** vollſtändige Abhandlung der Lehre von der Elektricität an mehreren Stellen; **Prieſtley** Geſchichte der Elektricität durch **Krünitz** an verſchiedenen Stellen.

Funken, ſcheinbare im Auge (ſcintillae oculi apparentes, étincelles apparentes d'oeil) heißen diejenigen feurigen Funken, welche zu entſtehen ſcheinen, wenn das Auge im Dunkeln gedruckt oder gerieben wird. Wenn man das Auge mit dem breiten Theile eines Fingers auf den opaken Theil etwas drückt, ſo wird dadurch ein kreisförmiges Bild

an derjenigen Stelle, welche der gedrückten gegenüber lieget, verurſachet; das Licht des Discus iſt ſchwächer als das des Umfanges. Bewerkſtelliget man hingegen den Druck mit einer ſchmalen Fläche, wie z. B. mit dem Knopfe einer Stecknadel oder eines Nagels, ſo iſt dieß Bild ſchmal und hell. Wird der vordere Theil des Auges zu wiederhohlten Mahlen gedruckt, ſo daß dadurch eine Art von ſchmerzhafter Empfindung veranlaſſet wird, und ein fortdauernder Druck auf die Sclerotica Statt findet, während ein ununterbrochener Druck auf die Hornhaut gemacht wird, ſo merken wir mehrentheils leuchtende äſtige Linien, welche einigermaßen unter einander verbunden ſind, und von jedem Theile des Geſichtsfeldes gegen einen Mittelpunkt, welcher etwas mehr nach außen und höher als die Augenaxe liegt, hinſchießen. Herr **Young** *) hat alle dieſe Erſcheinungen aus dem Reitze der Netzhaut am gedruckten Theile herzuleiten geſuchet. Das Gemüth beziehe ſich nämlich auf die Stelle, von welcher Licht, das durch die Pupille käme, auf dieſen Fleck fallen würde. Weil nun dieſer Reitz am Umkreiſe der niedergedruckten Stelle, wegen der größern Dehnung am größten iſt, ſo iſt auch hier die Erſcheinung im Bilde am lebhafteſten. Erhält das Auge zu gleicher Zeit wirkliches Licht, ſo iſt alsdann nur der Umkreis leuchtend, und der Discus dunkel; würde das Auge an dem Theile, wo das Bild erſcheinet, einen Gegenſtand ſehen, ſo wird er ganz unſichtbar und verſchwindet. Die ſtärkere Reitzung durch den Druck verwiſcht alſo die ſchwächere durch wirkliches Licht. Bey der Erſcheinung, welche durch den wiederhohlten Druck am vordern Theile des Auges entſtehet, wird aller Wahrſcheinlichkeit nach hier eine ungleiche Bewegung der verſchiedenen Stellen der Netzhaut, und folglich Reitzung derſelben hervorgebracht, welche das Urtheil erreget, das ſonſt mit der Reitzung vom wirklichen Lichte verknüpfet iſt.

*) Betrachtungen über das Sehen; in Grens Journal der Phyſik. B. VIII. S. 415.

Fuß, Schuh (pes, pied) iſt das Maß, welches man zur Meſſung gerader Linien angenommen hat, und aus deſſen Zuſammenſetzungen und Eintheilungen alle andere Längenmaße entſpringen. Die Länge dieſes Fußmaßes iſt aber an verſchiedenen Orten gar ſehr verſchieden, und dieſe Verſchiedenheit rührt von der unbeſtimmten Länge eines Fußes einer im richtigen Verhältniſſe der Theile ausgewachſenen Mannsperſon her, als welche zum Längenmaße unter dem Nahmen Fuß angenommen werden ſollte.

Man hat wegen dieſer unangenehmen Verſchiedenheit der Länge von Zeit zu Zeit Vorſchläge gethan, ein ganz allgemeines Fußmaß einzuführen, wovon man bey **Weidler** [α]) hinlängliche Nachricht findet. Da aber alle dieſe Vorſchläge fruchtlos waren, glaubte **Huygens** [β]) in der Länge des Sekundenpendels ein allgemeines Maß aufgefunden zu haben. Damahls vermuthete er aber noch nicht, daß die Länge des Sekundenpendels an verſchiedenen Orten der Erde eine verſchiedene Länge erfordern würde. Dieſes allgemeine Fußmaß ſollte der dritte Theil der gefundenen Länge des Sekundenpendels betragen, welches ſich zum pariſer Fuß wie 881:864 verhält. Allein auch dieſe vermeinte Entdeckung ward aus oben angeführtem Umſtande vereitelt.

Man behielt demnach, da die Natur kein beſtimmtes und an allen Orten gleich langes Maß entdecken ließ, die unbeſtimmte Länge eines Fußes als Längenmaß bey, und gab ſich vorzüglich Mühe, die Verhältniſſe der an verſchiedenen Orten eingeführten Fußmaße genau zu finden, wobey mehrentheils der pariſer oder königliche Fuß zum Grunde geleget wurde. Dieſer pariſer Fuß hält 12 Zoll, jeder Zoll 12 Linien, und jede Linie 10 Points, ſo daß alſo 1 pariſer Fuß 1440 pariſ. Points enthält. In ſolchen Theilen ſind nun die Längen anderer Fußmaße angegeben worden, und man hat gefunden, daß 1 rheinländ. Fuß 1391,3 ſolcher pariſ. Points enthalte, mithin verhielt ſich der pariſer Fuß zum rheinländ.

Oo 2 Fuß

α) Diſſ. de noua menſura corporum vniuerſali. Witeb. 1727.
β) In horologio oſcillatorio prop. 25.

Fuß = 1440:1391,3, oder es wären 1391,3 pariſer Fuß = 1440 rheinl. Fuß. Vollſtändige Vergleichungstabellen der mehrerley Fußmaße nach den möglichſt genauen Beſtimmungen findet man vorzüglich bey **M. R. B. Gerhardt** [α]). Von den Fußmaßen der Alten handeln **Snellius** [β]), **Riccioli** [γ]), **Eiſenhardt** [δ]), **Arbuthnot** [ε]) und **Rome de l'Isle** [ζ]).

Bey den Geometern wird gewöhnlich der Fuß in 10 gleiche Theile getheilet, welche **Zolle** (digiti) heißen, ein Zoll abermahls in 10 Theile oder **Linien**, eine Linie wieder in 10 Theile oder **Skrupel** u. ſ. So machen auch 10 Fuß zuſammengenommen eine geometriſche oder Decimalruthe aus. Sonſt iſt es aber im gemeinen Leben mehr gewöhnlich, einen Fuß in 12 Zoll, 1 Zoll in 12 Linien, 1 Linie in 12 Skrupel u. ſ. w. einzutheilen; alsdann rechnet man 12 auch 15 und 16 Fuß auf eine **Ruthe**, 6 Fuß auf eine **Toiſe**, **Lachter**, **Klafter**, **Faden** u. ſ. In der Phyſik werden gewöhnlich die Längen, ſo wie im gemeinen Leben, nach Werkmaßen angegeben.

Im Jahre 1774 wurde zur Einführung eines unveränderlichen Maßes eine Preisaufgabe der Societät in London veranlaſſet, bey welcher ein gewiſſer Maßſtabmacher, **Thomas Hatton**, einen Theil des Preißes erhielt, für die Erfindung eines Apparats zu genauer Beſtimmung der Längen des

α) Allgemeiner Contoriſt, oder neueſte und gegenwärtige Zeiten gewöhnliche Münz⸗, Maß⸗ und Gewichtsverfaſſung aller Länder und Handelsſtädte, nach den neueſten und zuverläſſigſten Nachrichten. 2 Bände. gr. 4. Berlin 1791. 1792.

β) Eratoſthenes Batauus. L. II.

γ) Geographia reformata. L. II.

δ) De ponderibus et menſuris veterum. Argentor. 1708. 8.

ε) Tables of ancient Coins, Weights and Meaſures. Lond. 1727. 4.

ζ) Mètrologie. à Paris. 1789. 4. Metrologiſche Tafeln über die alten Maße, Gewichte und Münzen Roms und Griechenlandes, nebſt den Verhältniſſen derſelben zu den bekannten franzöſ. und deutſchen, nach dem Franzöſ. des Rome' de l'Isle, von G. Groſe. Braunſchw. 1790. gr. 8.

des Sekundenpendels. **Whitehurſt** *) hat nachher dieſen Gedanken, welcher dabey zum Grunde lieget, weiter benutzt, und auf genaue Ausmeſſungen der Pendellänge einen Vorſchlag zur Einführung beſtimmter Maße angegeben.

Die neuen Republikaner haben ihr neu eingeführtes Maß auf Längenmeſſung, nämlich auf die Länge des in Frankreich gemeſſenen 45ſten Meridiangrades, gegründet, wovon mit mehreren unter dem Artikel *Mètre*.

G.

Gährung (fermentatio, fermentation). Hierunter verſteht man eine von ſelbſt erfolgende Miſchungsveränrung aller todten organiſchen Körper. Die Erfahrung lehret, daß eine ſolche Miſchungsveränderung nur alsdann vor ſich gehen könne, wenn die organiſchen Körper bey einem gewiſſen Grade der Wärme und Feuchtigkeit vom Zugange der Luft nicht ganz ausgeſchloſſen ſind. Durch dieſe Gährung verändern ſich die Eigenſchaften und Natur der Körper, und es bilden ſich neue Produkte, welche vorher nicht da waren. Nach Beſchaffenheit der Subſtanz, auch wohl nach der Dauer der Gährung ſelbſt, ſind dieſe Produkte verſchieden. Man kann hiernach beſonders dreyerley Arten von Gährung unterſcheiden, nämlich **Weingährung** (fermentatio vinoſa), **Eſſiggährung** (fermentatio acida) und **faule Gährung** oder **Fäulniß** (putrefactio). Von letzterer ſ. m. den Artikel **Fäulniß**.

Wenn der ausgepreßte Saft der Weintrauben oder der Moſt, ſo wie alle übrige ſchleimige Flüſſigkeiten des vegetabiliſchen Reichs, deren Baſis Zuckerſtoff zu ſeyn ſcheinet, welche alſo einen ſüßlichen Geſchmack haben, einer Tempera-

*) An Attempt towards obtaining invariable Meaſures of Length, Capacity and Weight from the Menſuration of Time. Lond. 1787. Verſuch durch Zeitmeſſung, unveränderliche Längen, Körper- und Gewichtsmaße zu erhalten, von Joh. Whitehurſt, a. d. Engl. mit Anmerk. von Joh. H. Wiedemann. Nürnb. 1790. gr. 4.

tur von etwa 70° nach Fahrenh. ausgeſetzet werden, ſo bemerkt man gar bald große Miſchungsveränderungen. Der Moſt erleidet eine merkliche innere Bewegung, wird trübe, und in ein größeres Volumen ausgedehnet; zugleich höret man ein Geräuſch, welches man **Brauſen** nennt, wobey ſich kohlenſaures Gas entwickelt, welches eben dieſes Geräuſch verurſachet. Auf der Oberfläche bemerket man auch eine ſchäumige Maſſe, welche **Gäſcht** genannt wird. Nach einer längern oder kürzern Zeit hört endlich die Gährung auf, der Gäſcht verlieret ſich, und der Moſt hat ſich in ein ganz anderes Produkt umgeſchaffen. Die Klebrigkeit des Moſtes iſt verſchwunden, die gegohrne Flüſſigkeit iſt helle und klar worden, und hat einen geiſtigen Geſchmack und Geruch erhalten, welcher betäubend iſt, zugleich hat ſich eine dicke grauliche Maſſe abgeſondert, welche man **Hefen** (faex) nennt, ſo wie ein weſentliches Salz, der **Weinſtein**. Soll nur die gegohrne geiſtige Materie, welche unter dem Nahmen Wein bekannt iſt, keine fernere Miſchungsveränderung erleiden, ſo muß er von den Hefen abgezogen, vor dem Zugange der freyen Luft bewahret, und an einen kühlen Ort gebracht werden, damit alle die Bedingungen, unter welchen eine neue Gährung Statt finden könnte, nicht vorhanden ſind.

Alle vegetabiliſche Flüſſigkeiten, welche einen ſchleimigzuckerigen Beſtandtheil beſitzen, ſind einer Weingährung fähig, und zwar wird die weinartige Maſſe deſto geiſtiger, je mehr Zuckerſtoff in den Flüſſigkeiten anzutreffen iſt. Dahin gehöret vorzüglich der Birnwein, Aepfelwein oder Cider, der Meth aus Honig und das genugſam bekannte Bier. Es gibt aber auch ſehr viele Flüſſigkeiten, welche ſelbſt bey allen günſtigen Umſtänden einer Weingährung dennoch nicht ſo leicht in Gährung übergehen, theils wegen eines gewiſſen Mangels an Zuckerſtoff, theils aber auch wegen zu großer Wäſſerigkeit; daher ſetzet man dieſen Flüſſigkeiten etwas zu, was die Gährung befördert, und dieſes nennt man Gährungsmittel (fermentum). Dieſes kann entweder eine ſolche

che Subſtanz ſeyn, welche wirklich ſchon in Gährung, oder eine ſolche, welche leicht dazu aufgeleget iſt.

Die Beſtandtheile des zur Weingährung fähigen ſchleimig-zuckerigen Stoffes in Verbindung mit Waſſer, ſind Waſſerſtoff, Kohlenſtoff und Sauerſtoff. Die Wärme, als erſte Bedingung einer Weingährung, bewirket demnach Trennung dieſer Beſtandtheile, und der Sauerſtoff, welcher aller Wahrſcheinlichkeit nach nicht allein der ſchleimig-zuckerartige Stoff, ſondern auch das Waſſer, welches mithin zum Theil zerſetzet wird, und ſelbſt die umgebende Luft liefert, verurſachet, daß die Grundſtoffe der zur Weingährung ausgeſetzten Subſtanz eine ganz andere qualitative Verbindung unter ſich eingehen, und mithin ein ganz neues Produkt bilden. Es verbindet ſich nämlich der Sauerſtoff zum Theil mit dem Kohlenſtoffe, und bildet daher Kohlenſäure; durch den Wärmeſtoff wird aber die Kohlenſäure luftförmig, und geht als kohlenſaures Gas davon, und eben dadurch entſtehet das Geräuſch. Zum Theil wird aber die Entwickelung der Luftart wegen der Klebrigkeit der Flüſſigkeiten unterdrücket, und bildet daher die ſchäumige Maſſe oder den Gäſcht. Nun wird natürlich nach Abſcheidung des kohlenſauren Gas, welches aus zwey Beſtandtheilen der gährenden Subſtanz vor der Gährung zuſammengeſetzet iſt, das qualitative Verhältniß der Grundſtoffe ganz anders ſeyn, als vor der Gährung. Es bildet daher der Waſſerſtoff, noch ein Theil Kohlenſtoff und etwas Waſſer in der innigſten Verbindung das Geiſtige. Dieſes kann aber nun nicht mehr die Beſtandtheile aufgelöſet erhalten, welche das Waſſer der zur Gährung ausgeſetzten Subſtanz aufgelöſet hatte, folglich muß ſich dieſe Subſtanz trüben, und dadurch ſondern ſich nach und nach ſchleimige Theile, ſo wie der Weinſtein aus der gährenden Subſtanz, immer mehr und mehr ab. Hätte der Wein wenig Geiſtiges, ſo bleibet auch wohl noch etwas in den übrigen wäſſerigen Theilen von dem Schleime und Weinſteine aufgelöſet. Je größer alſo die Menge des Zuckerſtoffes in der gährenden Flüſſigkeit iſt, deſto größer wird die Menge des

Spirituöſen. Eine zu groſze Menge des zuckerartigen Stoffs kann aber doch machen, daſz der entſtandene Wein ſüſz bleibt, und unzerſetzten Zuckerſtoff behält, weil durch eine gewiſſe Menge des erzeugten Spirituöſen die Gährung ſelbſt gehemmet wird.

Wenn die Weingährung ganz vorüber iſt, und es bleibt die gegohrne Materie einer fernern Wärme ausgeſetzet, ſo gehet von neuem eine Miſchungsveränderung in dem Weine vor, und es entſteht abermahls ein ganz neues Produkt, deſſen Eigenſchaften und Natur ganz verſchieden von denen des Weines ſind. Wird nämlich der Wein einer Temperatur von 75 bis 85° nach Fahr. unter dem Zugange der Luft ausgeſetzet, ſo nimmt man von neuem wahr, daſz ſich der Wein trübet, daſz er von einer kahnigen Haut bedecket wird, und ſich eine gewiſſe fadenartige Materie aus ihm trennt. Nach einiger Zeit wird er allmälig wieder klar, jedoch hat er nun den geiſtigen Geſchmack und Geruch, welcher vorher kopfſtürmend war, gänzlich verloren, und iſt zu einer völligen ſauren Flüſſigkeit umgeſchaffen worden, welche auch **Eſſig** genannt wird. Bey dieſer Eſſiggährung ſind als vorzügliche Bedingungen voraus zu ſetzen, daſz der Wein noch ſchleimige Theile enthalte, daſz die angezeigte Temperatur da ſey, und daſz Sauerſtoffgas gegenwärtig ſey. Daher kann ſich der Wein ohne freyen Zutritt der Luft nicht in Eſſig verwandeln. Denn eben an der Luft ſauget der Wein den Sauerſtoff an ſich, und verbindet ſich damit. Die Eſſigſäure beſteht ebenfalls, wie der Wein, aus Waſſerſtoff, Kohlenſtoff und Sauerſtoff, nur in ganz andern Verhältniſſen. Alle Säfte, welche einer Weingährung fähig ſind, ſind auch einer Eſſiggährung unterworfen. Ja es gibt andere Stoffe, welche entweder gar keinen oder wenig Zuckerſtoff enthalten, und welche gleichwohl ohne vorhergegangene Weingährung in Eſſiggährung übergehen; dieſz erfolgt ſelbſt bey den weingeiſtigen Stoffen, wenn ſie gleich anfänglich einen ziemlich hohen Grad der Temperatur ausgeſetzet werden, obgleich bey dieſen jederzeit eine Weingährung vorhergehet, die aber ſo

geſchwind

geſchwind erfolget, daß ſie unbemerkbar iſt. Daraus folgt alſo, daß es keinesweges nothwendig ſey, daß vor der Eſſiggährung eine Weingährung vorhergehe.

Nimmt man die Gährung in einem weitläuftigen Verſtande, und verſteht überhaupt darunter eine jede natürliche und von ſelbſt erfolgende Veränderung der Miſchung aller organiſchen Körper, ſo kann man auch behaupten, daß ſie ſo wohl bey der Ernäherung und dem Wachsthume der Pflanzen als der thieriſchen Körper höchſt mannigfaltig Statt findet, und daß das ganze vegetabiliſche und animaliche Leben im Grunde nichts weiter iſt, als ein gährungsartiger Prozeß. Dergleichen muß aber der Phyſiologie überlaſſen werden, indem hierher bloß Miſchungsveränderungen todter phyſiſcher Subſtanzen gehören.

Das **Ranzigwerden** der fetten Oele und des thieriſchen Fettes iſt als eine Art von Eſſiggährung zu betrachten, weil hierbey ſich wirklich eine anfangende Säure bildet, und der Kohlenſtoff und Waſſerſtoff des Oels Sauerſtoff aus der Luft in ſich nehmen. Vorzüglich aber gehöret hierher die Gährung des Brotteiges.

Galileiſches Fernrohr, ſ. **Fernrohr**.

Galläpfelſäure, Gallusſäure (acidum gallaceum ſ. gallae, acide gallique) iſt eine eigene Säure, welche aus den Galläpfeln und andern zuſammenziehenden Gewächſen gewonnen wird. Es gibt viele Pflanzen und Theile davon, wie z. B. die Chinarinde, die Rinde der Eiche, die Granatäpfelſchalen und Blüthen, das Braſilienholz u. ſ. f., welche einen **zuſammenziehenden Stoff** enthalten, der ſich ſehr leicht durch den Geſchmack erkennen läßt. Dieſer Stoff hat die Eigenſchaft, daß er das Eiſen in Auflöſungen mit Säuren ſchwarz niederſchläget, wie z. B. bey der gemeinen Dinte. Wenn dieſer zuſammenziehende Stoff von den harzigen und gummigen Theilen befreyet wird, ſo zeiget er ſich als ein weißes nadelförmiges Salz, welches die wirkliche Galläpfelſäure iſt. Zur Auflöſung erfordert dieſes Salz drey Theile ſiedendes und 24 Theile kaltes Waſ-

ſer; auch läßt es ſich im Weingeiſte auflöſen; in der Wärme iſt es flüchtig, und gibt einen weißen dicken Rauch, welcher ſcharf iſt, und Huſten erreget.

Ueber die Natur des zuſammenziehenden Stoffs haben zuerſt die Akademiſten zu Dijon [α]) Aufſchlüſſe gegeben; ſpäterhin zeigte **Scheele** [β]) das Galläpfelſalz rein und abgeſondert zu gewinnen, wozu noch die Herrn **Richter** [γ]) und **Dize** [δ]) andere Methoden gegeben haben.

Die Grundlage dieſer Säure iſt, wie alle andere Pflanzenſäuren, zuſammengeſetzt. Durch Salpeterſäure läßt ſie ſich in Sauerkleeſäure verwandeln.

Der ſchwarze Niederſchlag, welchen der zuſammenziehende Stoff mit dem Eiſen macht, iſt in einem Ueberſchuſſe von andern Säuren auflöslich, wodurch die ſchwarze Farbe wieder verſchwindet, welche ſich aber alsdann durch Alkali wieder zum Vorſchein bringen läßt.

Nach dem antiphlogiſtiſchen Syſtem beſtehet dieſe Säure aus Waſſerſtoff, Kohlenſtoff und Sauerſtoff. Mit dem Alkalien und Erden geht ſie neutral- und mittelſalzige Verbindungen ein, welche mit dem Nahmen gallates beleget werden, und welche noch nicht hinlänglich ſind unterſuchet worden.

Gallerte, der thieriſchen Körper, ſ. **Thiere.**

Galmey, Calmintſtein, gegrabene Cadmie (lapis calaminaris, cadmia nativa ſ. foſſilis, pierre calaminaire, Calamine, Cadmie foſſile) iſt ein Mineral von gelber ins Röthliche fallenden Farbe, welches Zink, Eiſen, auch wohl Schwefel und Arſenik nebſt andern Subſtanzen enthält, und zur Bereitung des Meſſings gebrauchet wird. M. ſ. **Meſſing.**

Gang,

α) Morveau, Morel u. Durande Anfangsgr. der theoret. und prakt. Chemie Th. III. S. 301.

β) Ueber das weſentliche Galläpfelſalz; in Crells chem. Annal. 1787. B. I. S. 3. ff.

γ) Ueber den zuſammenziehenden Grundſtoff der Galläpfel; in Crells Ann. 1787. B. I. S. 139. f.

δ) Abgekürztes Verfahren, die Galläpfelſäure zu gewinnen; in Grens Journal der Phyſik B. VII. S. 399.

Gang, Erzgang (Vena metallica, filon, mine) iſt eine beſondere plattenförmige Lagerſtatt der Foſſilien, welche faſt immer die Schichten des Geſteins derchſchneidet, und in dieſer Rückſicht eine von dieſen abweichende Lage hat, auch mit einer mit der Gebirgsart mehr oder weniger verſchiedenen Maſſe angefüllet iſt. Von den Gängen unterſcheidet man **Flötze**, welche ebenfalls Lagerſtätte, welche mit einer andern Materie angefüllt ſind, aber die Schichten des Geſteins nicht durchſchneiden, ſondern mit dieſen parallel gehen, und daher ſelbſt von einem Gange durchſchnitten ſeyn können.

Die Theorie der Gänge iſt in einer eigenen hierzu beſtimmten Schrift von Herrn **Werner** *) ganz neu bearbeitet worden. Er hält die Gänge für Spalten oder Ritzen, welche in den Gebirgen entſtanden ſind, und nachher ſich mit Foſſilien, welche von der Bregart ſelbſt verſchieden ſind, angefüllt habe. Er unterſcheidet die Gänge von den Gebirgslagern, Flötzen, von einzelnen Schichten des Geſteins, von Fällen und Stücken, welche, wenn ſie in der Verflächung mit den Gängen übereinſtimmen, von den Bergleuten unrichtig Gänge genannt werden. Ganze unregelmäßig gebildete mehr der weniger weit ſich erſtreckende Klumpen oder Stücke Gebirge, welche beynahe mit einer unzähligen Menge kleiner Gänge nach allen Richtungen durchzogen ſind, heißen **Stockwerke**. Alle Gänge von ein und der nämlichen Entſtehung zuſammengenommen, ſie mögen nun nahe in einer Gegend beyſammen, oder weit entfernet von einander liegen, nennt Herr **Werner Gangformationen** oder kurz **Formationen**. Gänge von einer Formation, welche in einer gewiſſen Gegend zuſammen vorkommen, heißen eine **Gang-Niederlage**, welche er nach dem Orte und den vorzüglichen Erzarten andeutet. Verſchiedene Erzniederlagen, welche in einerley Gegend zuſammenſtoßen, und

*) Neue Theorie von Entſtehung der Gänge mit Anwendung auf den Bergbau, beſonders des freybergiſchen. Freyberg 1791. 8.

und meiſt in einander greifen, nennt er endlich eine **Erz-Refier**, die nach dem Orte ihre Benennung erhält.

Der Gang hat gewöhnlich, wo er an das Gebirge grenzt, kenntliche und von der Berg- und Gangart zu unterſcheidende Einfaſſungen, welche **Saalbänder**, und die Dicke des Ganges die **Mächtigkeit** genannt werden. Das **Streichen** des Ganges, d. i. der Winkel, welchen die in den Seitenflächen desſelben gezogenen Horizontallinien mit der Mittagslinie machen, wird von den Markſcheidern nicht in Graden, ſondern Stunden angegeben. Es wird nämlich der Horizont in 24 Stunden getheilet, welche vom Mittags- und Mitternachtspunkte aus zur Rechten bis XII fortgezählet werden. Auf ſolche Weiſe fallen dieſe Punkte in die zwölfte, der Morgen- und Abendpunkt aber in die ſechsſte Stunde, und von einem Gange, welcher von Nordoſt nach Südweſt läuft, ſagt man, er **ſtreiche in der dritten Stunde**. Uebrigens ſtreicht der Gang in einer guten oder ſchlechten Stunde, nachdem die Richtung desſelben eine ſolche iſt, nach welcher man in demſelben Gebirge viel oder wenige fündige Gänge gefunden hat. Unter **Fallen** des Ganges verſteht man die Neigung desſelben gegen die Vertikalebene, und wird in Graden ausgedruckt. Alles, was hierbey auf Rechnung und Ausmeſſung ankömmt, wird in einer eigenen Wiſſenſchaft, unter dem Nahmen **Markſcheidekunſt** (geometria ſubterranea), vorgetragen, wovon Herr **Käſtner** [a]) verſchiedene Anmerkungen gegeben, Herr **Lempe** [b]) aber dieſelbe vollſtändig abgefaſſet hat.

Alle dieſe Gänge ſind entweder mit einem von der Bergart verſchiedenen Geſtein ausgefüllt, oder ſie ſind leer, jene nennt man **fündige**, dieſe aber **taube Gänge**. Das Geſtein in dem fündigen heißt auch die **Gangart**, und in dieſen liegen die Erze.

Die

[a]) Anmerkungen über die Markſcheidekunſt Götting. 1775. 8.
[b]) Gründliche Anleitung zur Markſcheidekunſt Leipz. 1782. gr. 8.

Die Geſchichte der Meinungen von den Gängen hat Herr **Werner** ſehr vollſtändig erzählet. Schon beym **Diodorus Siculus** [α]) und **Plinius** [β]) findet man der Gänge Erwähnung gethan. Vollſtändig davon handelt aber beſonders **Agricola** [γ]), welcher der Meinung iſt, daß ſie durch das Spalten bey Entſtehung der Gebirgsmaſſen und durch eingedrungenes Waſſer, und durch Einwirkung der Wärme und Kälte ausgefüllet wären. **Becher** [δ]) läßt die Erze von unterirdiſchen Dämpfen entſtehen, welche aus dem Innern der Erde in die Matricen, die in den Gängen ſich befunden hätten, eingedrungen wären. Nach **Henkel** [ε]) ſollten dieſe Dämpfe durch eine Gährung im Geſtein ſelbſt entſtehen; die er **Einwitterung** nannte, und ſetzte dabey das Daſeyn der erforderlichen Matricen voraus, von welcher **Hofmann** [ζ]) und **Lehmann** [η]) in eigenen Abhandlungen handeln. Der erſte, welcher glaubte, daß die Gänge mit den Erzen aus Verwandlung des Gebirgſteins durch ein eingedrungenes Salzweſen entſtanden wären, war **Zimmermann** [θ]). Eine richtige Erklärung von den Gängen und ihrem eigentlichen Unterſchied von den Flötzen gibt zuerſt der Herr von **Oppel** [ι]) an. **Delius** [κ]) vollſtändige und ausführliche Gedanken über die Bildung der Gänge ſind größtentheils aus dem **Agricola** entlehnet. **Baumer**

α) Bibl. hiſtor. per *Laurent. Rhodomannum*, Hanov. 1604. fol. p. 150. 313.

β) Hiſtoria naturalis. Lib. XXXIII. cap. 21.

γ) De ortu et cauſis ſubterraneorum. III. 4. IV. 4. 5. 11. V. 7.

δ) Phyſica ſubterranea Francoſ. 1669. ed. *Stahlii* Lipſ. 1703.

ε) Kieshiſtorie Leipz. 1725. Mediorum chymicorum non ultimum, appropriatio. Dresde et Lipſ. 1727. 8.

ζ) De matricibus metallorum Lipſ. 1738. 4.

η) Abhandlung von Metallmüttern und der Erzeugung der Metalle Berlin 1753. 8.

θ) Oberſächſ. Bergakademie. Dresd. u. Lpz. 1746. 4. St. 2. S. 105.

ι) Anleitung zur Markſcheidekunſt. Dresd. 1749. 4. §. 538. u. f. Bericht vom Bergbau 1769. 4. §. 29. u. f.

κ) Abhandlung von dem Urſprunge der Gebirge und Erzadern Leip. 1770. Anleitung zu der Bergbaukunſt. Wien 1773. 4. S. 13 — 52.

mer α) meinet, daß die Gänge noch unter dem Meere entſtanden wären, und bemerket, daß in ihnen Verſteinerungen von Seethieren vorkommen. **Gerhard** β) hält die Gänge für Spalten des Gebirgsgeſteins, welche durch herbeygefloſſenes Waſſer mit den im Nebenſtein aufgelöſeten Theilen ausgefüllet worden. Der Herr **von Trebra** γ) nimmt an, daß durch eine langſame immer fortwirkende Gährung oder innere Bewegung ganze Gebirgsmaſſen umgeändert würden, und **Laſius** δ) erkläret die Gänge für Spalten, welche ſich mit Waſſer anfüllten, das mit Luftſäure und andern Auflöſungsmitteln imprägniret in die Gebirgsmaſſe eindrag, und die Erd- und Metalltheilchen auflöſete, welche durch verſchiedene Niederſchlagungsmittel in den Gängen abgeſetzet wurden.

Herr **Werner** nimmt an, daß alle wahre Gänge wirkliche Spalten geweſen ſind, die anfänglich ganz offen waren, und nachher faſt allein von oben herein angefüllet ſind. Die Haupturſachen dieſer entſtandenen Spalten waren die Schwere, das Zuſammenziehen der durch erfolgte Austrocknung anfänglich feucht geweſenen Gebirgsmaſſen, Erdbeben u. ſ. w. Vermöge der Schwere konnten die Spalten auf mannigfaltige Art entſtehen, nachdem ſich nämlich die feuchten und weniger feſten Gebirgsmaſſen zuſammenſetzten, und durch geringere Unterſtützung nach der einen Seite hin gar verſchiedentlich getrennt wurden, welche Wirkungen das höher geſtandene allgemeine Gewäſſer veranlaßte. Eben der naſſe Niederſchlag, wodurch die Lager und Schichten der Gebirgsmaſſen, und unter ſolchen auch die vielen erzführenden gebildet wurden, erzeugte auch die Gangarten, wenn ſich

α) Fundam. geographiae et hydrographiae ſubterraneae. Gieſſ. 1779. 8. Cap. XIV. §. 4.

β) Verſuch und Geſchichte des Mineralreichs. Berlin 1781. 8.

γ) Erfahrungen vom Innern der Gebirge. Deſſau und Leipz. 1785. fol. S. 48.

δ) Beobachtungen über die Harzgebirge Th. 2. Hannov. 1789. 8. S. 415. f.

ſich über den Spalten Auflöſungen, welche dergleichen erz-führende Theile enthielten, befanden.

Die Spalten und Gänge ſind zu verſchiedenen Zeiten entſtanden, und ihr relatives Alter wird durch folgende Kriterien erkennbar. 1) Ein jeder Gang, welcher einen andern durchſetzt, iſt neuer, als der durchſetzte. Hieraus folgt alſo, daß diejenigen Gänge die älteſten ſind, welche von allen übrigen durchſetzet werden, diejenigen aber die neueſten, welche alle übrige durchſetzen. 2) Was in der Mitte des Ganges ſich befindet, iſt gewöhnlich neuer, als dasjenige, was den Saalbändern näher liegt, und was in den obern bricht neuer, als das in den untern. 3) Bey einzelnen Stufen iſt das Foſſil, welches über dem andern vorkömmt, neuer, und dasjenige, was in andere mit ihm brechende eingewachſen ſcheint, älter als die übrigen.

Was die verſchiedenen Gangformationen betrifft, ſo können dieſe durch alle Gebirge, jede einzeln für ſich, ziemlich von einander unterſchieden werden. Ihre Identität erkennt man vorzüglich aus der Uebereinſtimmung der Erz- und Gangarten. Wenn Gänge ein und die nämlichen Erz- und Gangarten enthalten, ſo kann man ſie als Gänge von ein und eben derſelben Formation betrachten, beſonders wenn ſie zugleich eine Menge von verſchiedenen Erz- und Gangarten führen.

Die veredelten Gangarten haben ihre Entſtehung 1) von der Ausfüllung mit Erz- oder Metallmaſſe durch beſondere Gelegenheit von oben oder durch innere Einfüllungskanäle, oder durch Gelegenheit zur Durchdringung der ſchon vorhandenen Gangart, 2) zum Theil auch von dem Hinzukommen eines beſondern neuern Gang-Volumens erzführender Maſſe zu der bereits erzführenden Gangart, 3) ſelten aber von einer beſondern Wahlanziehung des Nebenſteins.

Es gibt in den Gebirgen nur gewiſſe Gegenden, welche vorzüglich ganzführend ſind, beſonders beruhet dieß auf dem Aeußern des Gebirges, und zwar theils auf der Lage des ganzen Gebirges in Rückſicht ſeiner Ausbreitung und

ſeines

ſeines Abfalls, theils aber auch auf der beſonderen Lage der Gegend, wo ſie angetroffen werden, wenn nämlich ſolche ſanft ausgebreitet, auch wohl abgeplattet, oder auch, wenn es ein Punkt eines Hauptthals iſt. Oft kommen auch in der nämlichen Gegend Gänge von verſchiedenen Formationen zugleich vor, und machen zuſammen eine Erzrefier aus. Dergleichen Gänge haben ausgezeichnete Merkmahle ſo wohl in Anſehung ihrer Formationsverſchiedenheit, als auch in Anſehung ihres Formationsalters.

Eine Gangart von einer gewiſſen Formation kömmt zuweilen auf mancherley Art, und zwar ſo wohl in eigenen und beſondern Gängen, als auch auf Kreuzen zweyer andern von ihr ganz verſchiedenen Gänge, oft auch in der Mitte, ſeltener an dem einen Saalbande eines andern Ganges vor.

Daß anfänglich die Gangräume offene Spalten geweſen ſind, ſucht Herr **Werner** aus folgenden Gründen zu beweiſen: 1) es müſſen ſolche Spalten nothwendig entſtehen, wenn die anfänglich lockern und feuchten Gebirgsmaſſen ſich zuſammenſetzten und austrockneten. 2) In naſſen Jahren und bey Erdbeben entſtehen dergleichen jetzt noch; 3) die Lage und Geſtalt beweiſet dieß, und 4) die ganze Reihe von den ſchmälſten noch offenen Klüften bis zu den mächtigſten Gängen, ſo wie auch 5) die Druſen, welche nichts anders ſind, als unvollendete Ausfüllungen, Ueberbleibſel von dem ehemahligen Gangraume. 6) Viele Gangarten zeigen offenbar die Leere des Raumes, z. B. die Ausfüllung mit runden Geſchieben, mit Bruchſtücken vom Nebengeſtein, mit Gangmaſſe, deren Trümmer wieder mit etwas anderem verbunden ſind, mit Verſteinerungen, mit Steinſalz und Steinkohlen; 7) das Verhalten der Gänge gegen einander, und 8) gegen die einzelnen Lager der Gebirgsmaſſen läßt ſich daraus vollkommen, anders aber nicht erklären. 9) Diejenigen Gänge, welche aus mehreren Foſſilien beſtehen, ſind aus verſchiedenen mit den Saalbändern parallelen Lagen zuſammengeſetzet, deren Kryſtalliſationen zu erkennen geben, daß ſich eine auf die andere geſetzet habe, und daß gewöhnlich die, welche den

Saalbändern am nächſten liegen, zuerſt entſtanden ſind, welches die allmälige Ausfüllung des Gangraumes genugſam beweiſet.

Daß die Ausfüllung der Gangräume vermittelſt eines naſſen Niederſchlages von oben herein erfolget ſey, ſucht er durch folgenden angenommenen Satz darzuthun: daß alle Flötzgebirge aus Bodenſätzen des Waſſers entſtanden ſind, und jede Schichte ein einzelner Bodenſatz ſey. Wenn nämlich ganze Gegenden, welche offene Gebirgsſpalten beſäßen, mit naſſer chemiſcher Auflöſung bedecket waren, ſo müßte ſich nothwendig der Niederſchlag aus ſelbiger ebenfalls in die mit der chemiſchen Auflöſung angefüllten Spalten abgeſetzet haben. Man findet eine große Menge von Beyſpielen von Gängen, welche mit eben den Maſſen ausgefüllet ſind, woraus die Flötzgebirge beſtehen; von Lagern und Flötzen, welche die meiſten Foſſilien enthalten, die man auf den Gängen antrifft. Auch die Verſteinerungen und Geſchiebe in den Gängen, ſo wie die innere Struktur derſelben, zeigen eine ſolche Anfüllung an.

In einigen Gebirgen gibt es Gänge, welche bald nach der Formation des Gebirges, und noch ehe die Gebirgsmaſſe erhärtete und austrocknete, entſtanden ſeyn müſſen. Dieſe ſind beſonders erkennbar durch die Uebereinſtimmung des Geſteins mit der Gebirgsart, ihre ganz geringe Mächtigkeit, ihre völlige Verwachſenheit mit der Gebirgsart, und die Durchdringung des Nebengeſteins nicht allein mit Erzarten, ſondern ſogar mit Geſteinart. Faſt immer beſtehen die ſo genannten Stockwerke aus ſolchen in Anſehung des Alters der Gebirgsart ſehr nahe kommenden, in unzähliger Menge aufſätzenden Gängen.

Unter den Metallformationen ſcheint Zinn eine der älteſten zu ſeyn, indem man ſolches noch nie in Flötzgebirgen, jedoch noch in Porphyrgebirgen getroffen hat. Die Erze des Molybdäns und Scheels ſcheinen gleichfalls von ganz alter Formation, und ziemlich gleichzeitiger Entſtehung mit den Zinnerzen zu ſeyn. Die Uraniums- und Wismuthsforma-

tionen ſcheinen neuer; doch trifft man ſie auch in Flözgebirgen an. Gold und Silber ſind von neuerer Formation; Queckſilber von verſchiedenem Alter und ſehr ſelten, dagegen die Formationen von Kupfer, Bley und Zink ſehr zahlreich und von ungemein verſchiedenem Alter ſind; Kobalt, insbeſondere Glanzkobalt und Kupfernickel ſind meiſtentheils ſehr neu, der einzige weiße Spielkobalt bricht allein in Urgebirgen, und in dieſen ſelbſt auf Lagern. Grau Spiesglaserz iſt von mittlerem Alter. Die Formationen des Eiſens ſcheinen von allen Altern, und unter allen die zahlreichſten zu ſeyn; die verſchiedenen Braunſteinformationen aber ſind von mittlerem Alter, und Arſenikkies ſcheint ein altes Erzeugniß zu ſeyn.

Herr **Werner** ſucht endlich hieraus alle Theorien der Alten zu widerlegen, nach welchen behauptet wird, daß die Gebirge mit dem Erdkörper ſelbſt einerley Alter und einerley Urſprung hätten; daß ſie Zweige oder Aeſte eines im Mittel der Erde befindlichen Stocks von Gangmaſſe, und durch eine Art von Vegetation entſtanden ſey; daß die Spalten der Gebirge ſich bey der Sündfluth mit Geſtein und Erde ausgefüllt hätten; daß die Erze durch aufgeſtiegene Dämpfe in den ſchon vorhandenen dazu geſchickten Stein- und Erzarten erzeuget wären; daß ſich die Gangräume durch den Niederſchlag aus dem Waſſer, welches ſich aus dem Gebirge in ſelbige begeben, ſowohl mit Geſtein als Erzen ausgefüllet hätten; und endlich daß dieſelben durch eine Umwandlung des Gebirggeſteins in Gangart durch Auflöſungsmittel entſtanden wären.

Gangart, ſ. Gang.

Gas, Gasart, Luftart, luftförmiger Stoff, permanent elaſtiſches, bleibend elaſtiſches Fluidum (gas, aër, aura, aëris genus, fluidum aëriforme, fluidum elaſticum, gas, air, eſpèce d'air, fluide aëriforme, fluide d'une élaſticité permanente) heißt eine jede völlig unſichtbare, flüſſige, elaſtiſche und ſchwere Materie, welche ihre elaſtiſche Form bey jedem Grade der Zuſammendrückung, welche wir anzuwenden im Stande ſind, und

bey

bey jedem uns bekannten Grade der Kälte behält, und welche endlich in gläſerne Gefäße eingeſchloſſen werden kann, ohne ihre Eigenſchaften in denſelben zu verändern. Hierdurch unterſcheidet man alſo ſehr leicht das Gas von den Dämpfen oder Dünſten, von dem tropfbar Flüſſigen, und von den übrigen expanſibeln Flüſſigkeiten. Aus dieſer Erklärung der Luft überhaupt ſieht man ſehr leicht ein, daß auch die gemeine oder atmoſphäriſche Luft unter die Gasarten gehöret. Dieſe Luft hat man auch in den neuern Zeiten erſt recht kennen gelernet, indem man Mittel aufgefunden hat, die Beſtandtheile derſelben beſonders aufzufangen. Ueberhaupt aber ſcheinen alle Körper dazu aufgeleget zu ſeyn, durch den Beytritt von Wärmeſtoff und Lichtmaterie in eine permanent elaſtiſche Flüſſigkeit überzugehen.

Durch Erfindung der Luftarten iſt das Gebiet der Naturlehre ungemein erweitert worden, und ob ſie gleich eigentlich Produkte der Chemie ſind, ſo iſt es doch höchſt wahrſcheinlich, daß ſelbſt die Natur chemiſche Operationen zur Bildung der Luft anwendet. Ich werde daher hier die chemiſchen Eigenſchaften der Luftarten einer Unterſuchung unterwerfen, und die mechaniſchen derſelben dem Artikel **Luft** vorbehalten.

Die verſchiedenen elaſtiſchen Flüſſigkeiten laſſen ſich auf mancherley Weiſe erhalten. Bey der Auflöſung verſchiedener Körper entwickelt ſich künſtliche Luft, woher eben das ſo genannte Aufbrauſen bey manchen Auflöſungen entſtehet. Auch bey der Gährung, ſo wohl bey der geiſtigen als Eſſiggährung, als auch faulen Gährung und bey der Zerſtörung der Körper durchs Verbrennen entwickeln ſich Luftarten u. ſ. w. Allein es iſt weder wahrſcheinlich noch erweislich, daß alle dieſe Luftarten, ehe ſie ſich noch unter dieſen Umſtänden befinden, in den Körpern gleichſam in einem zuſammengepreßten Zuſtande da geweſen wären, vielmehr werden ſie während der Operation in einen luftförmigen Zuſtand erſt gebildet.

Alle dieſe luftartigen Stoffe, welche bey den Gährungen, Aufbrauſen u. ſ. f. entſtanden, waren den Alten nicht unbe-

 kannt,

kannt, ob ſie gleich die Mittel noch nicht hatten, ſie beſonders aufzufangen. Sie belegten dieſe elaſtiſche Flüſſigkeiten bis zu den Zeiten des **Paracelſus** mit dem Nahmen **wilder Luft, wilden Geiſtes** (ſpiritus ſylueſtris). Sein Schüler, **van Helmont**, gebrauchte dafür zuerſt den Nahme Gas, vermuthlich von dem holländiſchen Worte **Ghoaſt**, welche mit dem hochdeutſchen Worte, **Geiſt**, und mit dem engliſchen **Ghoſt** alle Aehnlichkeit hat. **Junker**[α]) hingegen leitet den Nahmen Gas von dem deutſchen Worte **Gäſcht** ab, welches ſo viel als einen Schaum oder Ausbruch der Luft aus einem Körper bedeutet. Man mag nun den Ausdruck **Gas** von einem Worte ableiten, von welchem man will, ſo iſt es doch unſtreitig gewiß, daß er zur Bezeichnung der luftförmigen Stoffe überhaupt ſehr geſchickt iſt, weil es ſonſt gar keine eigene Bedeutung mehr hat.

Van Helmont[β]) unterſchied ſchon verſchiedene Arten der luftförmigen Flüſſigkeiten durch die Ausdrücke gas ſylveſtre flammeum, ventoſum, pingue u. ſ. f., und bemerkte auch, daß dieſes Gas, worin ſich manche Körper ganz auflöſen laſſen, in ſelbigen nicht in ſeiner elaſtiſchen Form, ſondern in einer concreten und coagulirten Geſtalt (ſpiritus concretus et corporis more coagulatus) zugegen ſey.

Boyle[γ]) gab den Gasarten den Nahmen der künſtlichen oder gemachten Luft, und fand zuerſt, daß die atmoſphäriſche Luft durch die Verbrennung in dem Volumen vermindert, oder nach ſeiner Erklärung, in der Federkraft geſchwächt würde. Nach der Zeit hat **Hales**[δ]) die dahin gehörigen Verſuche mit vielen andern verwandten Verſuchen wieder-

α) Conſp. chem. Tab. XIV. §. 14.

β) Complexionum atque mixtionum elementarium figmentum. Num. 14. in opp. omn. Francof. 1704. 4.

γ) Noua experim. phyſico-mechanica de elaſticitate et grauitate aëris in opp. Genev. 1680. 4.

δ) Vegetable Statiks. Lond. 1727. 8. la ſtatique des végétaux et l'analyſe de l'air par M. *Hales* trad. de l'Angl. p. M. *de Buffon*. à Paris 1735. exp. CIII. et CVI. p. 198. 200. Statik der Gewächſe. Halle 1747. 8.

wiederhohlet, und ſich dabey ſolcher Geräthſchaften (m. ſ. **pnevmatiſch-chemiſcher Apparat**) bedienet, welche ihn in den Stand ſetzten, den von der Luft ſo wohl vor als nach dem Ausbrennen der Flamme erfüllten Raum zu meſſen. Von dieſen Verſuchen findet man viel Lehrreiches beym **Lavoiſier** [α]) und **Weigel** [β]).

Boerhaave [γ]) glaubte theils aus den Verſuchen des **Hales**, theils aber auch aus ſeinen eigenen ſich überzeuget zu haben, daß die Luft in einem unelaſtiſchen Zuſtande als Beſtandtheil in der Grundmiſchung vieler andern Maſſen ſtecke; und hieraus ward nach und nach der Nahme **fixe Luft** eingeführet. Nach dem Urtheile des **Lavoiſier**, iſt es vornämlich **D. Joſ. Black**, welcher die fixe Luft in die Chymie brachte. Seine Unterſuchungen über die weiße Magneſie und ihren Unterſchied von der Kalkerde, haben dieß vorzüglich veranlaſſet. Er ſuchte zu beweiſen, daß die Aetzbarkeit und auflöſende Kraft des Kalks und der Laugenſalze von dem Grade der Sättigung mit fixer Luft abhänge. Dieſe ſeine Unterſuchungen machte er zuerſt im Jahre 1755 bekannt [δ]). Einiges hiervon wendete **Macbride** [ε]) auf den thieriſchen Körper an.

Alle ſeine Vorgänger aber übertraf **D. Prieſtley** [ζ]). Seine großen und wichtigen Entdeckungen veranlaßten Un-

α) Opuſcules phyſiques et chymiques. Paris 1744. Tom. I. P. I. Lavoiſier phyſikaliſch-chemiſche Schriften, aus d. Franzöſ. von Weigel. Greifsw. 1783. 8.

β) Beyträge zur Geſchichte der Luftarten. Greifs. 1784. 8. Th. I.

γ) Elementa chemiae.

δ) Eſſays and obſervat. read before a ſociety in Edinburgh. Vol. II. Neue Bemerk. und Verſuche. Th. II. Altenb. 1757.

ε) Experimental eſſays on medical and philoſophical ſubjects. Lond. 1767. 8.

ζ) Experiments and obſervat. on different kinds of air. Lond. 1774—1786. gr. 8. Vol. I–VI. Deutſch: Verſuche und Beobachtungen über die verſchiedenen Gattungen der Luft, von D. Chriſt. Ludwig. Wien u. Leipz. 1778. 1779. 1780. Verſuche und Beobachtungen über verſchiedene Theile der Naturlehre. Leipz. 1780. Zweyter Theil. Wien u. Leipz. 1782. 8. Herr Prieſtley hat ſeine ſämmtlichen phyſiſch-chemiſchen Schriften in 3 Bänden in 8. zu London 1790 herausgegeben.

terſuchungen, welche das Gebiet der phyſiſchen Chemie ungemein erweiterten, und neue Aufſchlüſſe in den wichtigſten Naturoperationen gaben. Und eben von dieſer Zeit an wurde die Lehre von den Gasarten ein nicht geringer Zweig der Naturlehre.

Die vorzüglichſten Schriften, welche von dieſem Gegenſtande gehandelt haben, ſind von **Leonhardi** [α]) angeführet worden. Kurz zuſammengefaßt findet man die Lehre von den Gasarten beym **Cavallo** [β]), **Leonhardi** [γ]), **Rouland** [δ]), **de la Metherie** [ε]), und in einer Tabelle von **Tromsdorf** [ζ]).

Die Luftarten entwickeln ſich auf ähnliche Art, wie der Dampf entſtehet, und der Unterſchied von beyden liegt bloß darin, daß bey den Luftarten der Wärmeſtoff mit den Grundlagen derſelben chemiſch bey den Dämpfen aber nur mechaniſch verbunden iſt. Ein jedes Gas macht alſo für ſich ein eigenes permanent elaſtiſches Fluidum aus, und es iſt meiner Meinung nach auf keine Weiſe zu behaupten, daß das Gas ſeine elaſtiſche Form allein dem Wärmeſtoffe zu verdanken habe, wie Herr **Gren** meinet, ſondern es macht eigentlich ein elaſtiſches Medium der Baſis und des Wärmeſtoffs aus, und iſt daher ein Körper von eigener nicht aber abgeleiteten expanſiven Elaſticität.

Herr **de Lüc** [η]) theilet die expanſibeln (ausdehnbaren) Flüſſigkeiten überhaupt in zwey Claſſen ein, nämlich in **Dünſte** (vapeurs), und in **luftförmige Flüſſigkeiten** (fluides

α) Macquer's chymiſches Wörterbuch. Art. Gas.
β) Abhandlungen über die Eigenſchaften der Luft und der übrigen beſtändig elaſtiſchen Materien, nebſt einer Einleitung in die Chemie, aus dem Engl. Leipz. 1783. 8.
γ) Aerologiae phyſico-chem. recentioris primae lineae. Lipſ. 1781. 4. und kurzer Umriß der neuern Entdeckungen über die Luftgattungen. Leipz. 1782; befindet ſich in ſ. Ueberſetzung von Scheelens Abhandl. von Luft und Feuer. Leipz. 1782. 8.
δ) Tableau hiſtorique des propriétés de l'air. à Paris 1784. 8.
ε) Eſſai analytique ſur l'air pur et les différ. eſpèces d'air. à Paris 1785. 8. Deutſch nach der 2ten Ausgabe. Leipz. 1790.
ζ) Tabelle über die Luftarten. Weimar 1790.
η) Neue Ideen über die Meteorologie. S. 73 u. f.

(fluides aëriformes) ein. Den erſten Grund der Ausdehnbarkeit ſucht er überhaupt im Lichte, als welches nach ſeinem Vermuthen der einzige wirklich elementariſche Stoff ſey. Alle übrige ausdehnbare Flüſſigkeiten ſind nach ihm zuſammengeſetzet, welche ohne Aufhören entſtehen und vergehen. Sie erhalten ihre Elaſticität von einem ihrer Beſtandtheile, welchen er das **fortleitende Fluidum** (fluide déférent) nennt. Eben dieſes fortleitende Fluidum macht mit einer an der ſchweren nicht elaſtiſchen Subſtanz (ſubſtance grave) die ausdehnbare Flüſſigkeit aus. Die unterſcheidenden Kennzeichen der Dämpfe und der luftförmigen Flüſſigkeiten, ſind übrigens nach Herrn **de Lüc** folgende:

1. Die luftförmigen Flüſſigkeiten können jeden bekannten Grad des Drucks, ohne ſich zu zerſetzen, aushalten; da im Gegentheil die Dämpfe ſich zerſetzen, wenn ſie einen zu großen Druck leiden.
2. Die luftförmigen Flüſſigkeiten erleiden nur alsdann eine Zerſetzung, wenn zwiſchen ihren bloß ſchweren, und einer andern Subſtanz ſich eine Verwandtſchaft äußert, welche die Verwandtſchaft der erſtern gegen ihr fortleitendes Fluidum übertrifft. Es kann alſo ein luftförmiges Fluidum nicht zerſetzet werden, wenn es in einem hermetiſch verſiegelten Gefäße eingeſchloſſen iſt. Die Dämpfe hingegen können ſich in einem ſolchen Gefäße zerſetzen, weil ihre fortleitende Flüſſigkeiten Neigung zum Entweichen beſitzen, um ein gewiſſes Gleichgewicht, welches den verſchiedenen Gattungen eigen iſt, wieder herzuſtellen.
3. Wenn die luftförmigen Flüſſigkeiten einmahl gebildet ſind, ſo iſt ihre Zuſammenſetzung beſtimmt, und ſie können ihre Natur nicht ändern, wenn nicht andere neue Subſtanz hinzukömmt. Bey den Dünſten aber iſt das Verhältniß der reſpektiven Mengen derſelben Beſtandtheile ſehr abwechſelnd, und ihre Elaſticität hängt allein von der Menge des in ihnen fortleitenden Fluidums ab.

Dieſe drey auszeichnenden Kennzeichen der Dämpfe in Vergleichung mit den luftförmigen Flüſſigkeiten, rührt bloß von der ſchwachen Verbindung ihrer ſchweren Subſtanz mit dem fortleitenden Fluidum her, da hingegen bey den andern eine weit ſtärkere und innigere Verbindung der ſchweren Subſtanz mit dem fortleitenden Fluidum Statt hat.

Um die Gasarten beſonders aufzufangen, ſind einige Werkzeuge dazu nöthig, welche unter dem Nahmen des pneumatiſch-chemiſchen Apparats begriffen werden, wovon mit mehreren unter einem eigenen Artikel.

Man kann alle Gasarten, deren Eigenſchaften nach alphabetiſcher Ordnung angegeben werden ſollen, in zwey Claſſen bringen; in die erſte gehören diejenigen, welche das Einathmen der Thiere und das Verbrennen der Körper befördern, und **reſpirable Luftarten** genannt werden können; in die zweyte gehören diejenigen, welche weder zum Athemhohlen für Thiere, noch zur Erhaltung des Feuers dienen, und **irreſpirable, mephitiſche Luftarten** heißen. Die mephitiſchen Luftarten ſind entweder wieder ſolche, die ſich nicht im Waſſer vermiſchen, oder welche ſich damit vermiſchen laſſen. Dieſer letzte Unterſchied iſt vorzüglich dieſerwegen wichtig, weil viel hierauf bey ihrer Gewinnung und Behandlung ankömmt. Auch gibt es unter den mephitiſchen Gasarten einige, welche ſich mit Berührung der atmoſphäriſchen Luft entzünden, andere aber nicht.

Gas, atmoſphäriſches, atmoſphäriſche Luft, gemeine Luft (gas atmoſphaericum, aër atmoſphaericus, vulgaris, communis, gas ventoſum, gas atmoſphèrique, air commun, air de l'atmoſphère) heißt diejenige unſichtbare, farbenloſe, ſchwere und permanent elaſtiſche flüſſige Materie, welche in gläſernen und metallenen Gefäßen eingeſchloſſen werden kann, und unſere Erde allenthalben umgibt. Es wird hier in dieſem Artikel als bewieſen angenommen, daß unſere Erde von dieſer Luft allenthalben bis auf eine gewiſſe Entfernung umgeben werde. Ueberhaupt ſollen hier bloß die chemiſchen Eigenſchaften

dieſer

dieſer Luft nebſt dem Verhalten derſelben gegen andere Luftarten unterſuchet, ſo wie ihre eigentlich phyſiſchen unter dem Artikel **Luft** beſonders vorgetragen werden.

Man muß die atmoſphäriſche Luft von der Atmoſphäre ſelbſt oder vom Dunſtkreiſe unterſcheiden, indem in demſelben außer der eigentlichen atmoſphäriſchen Luft noch eine Menge anderer unzählbarer Stoffe darin ſich aufhalten können. Ueberhaupt iſt die Atmoſphäre unſerer Erde eine Werkſtatt, in welcher Operationen vorgehen, die uns noch lange nicht genug bekannt ſind. So ſteigen in ſelbiger Dämpfe von allen denjenigen Körpern auf, welche ſich bey den gewöhnlichen Graden der Temperatur in elaſtiſche Flüſſigkeiten verwandeln können, und es iſt jetzt noch immer unter den Naturforſchern ſtreitig, ob dieſe aufgeſtiegenen Dünſte mit der eigentlichen atmoſphäriſchen Luft chemiſch aufgelöſet verbunden ſind, oder ob ſie nur als dampfförmige Subſtanzen mechaniſch mit dieſer vermengt ſey.

Die eigentliche atmoſphäriſche Luft iſt aber doch keinesweges, wie die Alten glaubten, einfach. Erſt die Unterſuchungen der Lebensluft haben eine genauere Kenntniß der atmoſphäriſchen Luft bewirket. Man findet in der atmoſphäriſchen Luft an den Körpern eben die Phänomene, wie in der Lebensluft. M. ſ. **Gas, dephlogiſtiſirtes.** Sie iſt dienlich zum Athemhohlen für Thiere und befördert das Verbrennen der Körper, obgleich das Athemhohlen in ſelbiger nicht ſo frey und die Flamme der Körper nicht ſo glänzend iſt, als in der Lebensluft. Hieraus kann man ſchon ſchließen, daß die atmoſphäriſche Luft einen Theil Lebensluft beſitzen müſſe, welcher zur Unterhaltung des Feuers und des Athemhohlens der Thiere dienet.

Man nehme einen offenen Glascylinder, welcher mittelſt eines eingeriebenen Stöpſels luftdicht verſchloſſen werden kann, ſtelle ihn alsdann offen in ein Gefäß mit angefülltem Waſſer oder Queckſilber, ſo daß er etwa bis zur Hälfte ſeiner Höhe darin ſtehe, und bemerke ſich die Höhe des Queckſilbers in ihm genau durch ein angebrachtes Zeichen. Hierauf

auf laſſe man ein Stückchen Phosphor unter den Cylinder treten, und zünde ſelbigen vermittelſt eines Brennglaſes durch das Sonnenfeuer an. Er verbrennt mit Flamme und weißem Rauche. Durch die entſtehende Hitze wird die Luft anfänglich ausgedehnet, und man muß daher Sorge tragen, daß von der eingeſchloſſenen Luft nichts entweiche; allein bald nimmt ihr Volumen ab, und das Queckſilber ſteiget über das gemachte Zeichen in dem Cylinder durch den Druck der äußern Luft empor. Nachdem nun alles erkaltet, und auf die vorige Temperatur zurückgebracht iſt, ſo findet man die rückſtändige Luft um ein Merkliches in ihrem Volumen vermindert. Waren die Luft und das Queckſilber recht trocken, ſo findet man die Fläche des Queckſilbers und des Cylinders mit einem weißen Salze bedecket, welches ſauer ſchmecket, ſich leicht im Waſſer auflöſet, und in der freyen Luft zu einer ſauren Flüſſigkeit zerfließet. Es iſt dieß ſaure Salz wahre Phosphorſäure, welche, noch ehe ſie zerfließt, mehr wiegt, als der Phosphor, welcher dabey verbrannt iſt. So wiegt beym gänzlichen Verbrennen von einem Grane Phosphor dieſes ſaure Salz $2\frac{1}{2}$ Gran. In 12 Cubikzoll pariſ. Maß atmoſph. Luft kann man etwa ein pariſ. Gran Phosphor verbrennen; dabey nimmt die Luft etwa um 3 Cubikzoll oder $1\frac{1}{2}$ Gran ab, und dieſe Abnahme beträgt eben ſo viel als die Zunahme des Gewichtes der erzeugten Phosphorſäure. Die nach dem Verbrennen übrig gebliebene Luft iſt zum fernern Verbrennen des Phosphors ſowohl als auch jedes andern verbrennlichen Körpers ganz untauglich; auch dient ſie zum Athemhohlen nicht mehr, ſondern iſt vielmehr erſtickend. Alle dieſe Erſcheinungen finden bey jedem Verbrennen Statt; die atmoſphäriſche Luft erleidet allemahl dabey eine Verminderung in ihrem Volumen, und der Rückſtand iſt jederzeit den Thieren zum Athemhohlen untauglich. Auch beym Athmen der Thiere und Menſchen ſelbſt in einem verſchloſſenen Raume wird die atmoſphäriſche Luft nach und nach verderblicher, und zuletzt zur fernern Unterhaltung des thieriſchen Lebens untauglich. Dieſe

durch Erfahrungen bewieſenen Thatſachen zeigen deutlich, daß ein Theil in der atmoſphäriſchen Luft ſich befinden müſſe, welcher zur Unterhaltung der Flamme der verbrennlichen Körper und zum Athmen der Thiere geſchickt iſt, und dieſer Theil muß ſelbſt an den verbrennlichen Körper beym Verbrennen treten, indem ſich ſonſt auf keine Weiſe die Gewichtszunahme des verbrannten Körpers erklären läßt. Da nun die rückſtändige Luft ganz und gar weder zur fernern Unterhaltung der Flamme noch zum Athmen der Thiere tauglich iſt, ſo laſſen ſich hierbey noch folgende zwey Fälle gedenken: entweder muß ſich beym Verbrennen ein materieller Stoff aus dem brennenden Körper entwickeln, und dieſer mit dem zurückgebliebenen Theile der Luft verbunden werden, wodurch die Eigenſchaften derſelben ſich ändern, oder es muß die atmoſphäriſche Luft ſelbſt eine aus mehreren verſchiedenen Grundſtoffen vermiſchte Materie ſeyn, wovon nur eine gewiſſe Art zur Unterhaltung der Flamme geſchickt iſt, welche aber zugleich während des Verbrennens der Luft nach und nach entzogen wird. Das erſtere dachten ſich vormahls diejenigen, welche von dem ſogenannten Brennſtoff oder Phlogiſton einen ganz andern Begriff als die jetzigen Naturforſcher ſich machten. Sie ſtellten ſich nämlich vor, daß das Phlogiſton beym Verbrennen ſich mit der atmoſphäriſchen Luft verbinde, und dieſe phlogiſtiſire oder zur weitern Unterhaltung der Flamme und des thieriſchen Lebens ganz untauglich mache. Nachdem man nun in den neuern Zeiten Mittel aufgefunden hatte, die dephlogiſtiſirte Luft ganz rein zu gewinnen, ſo ſchloß man ganz natürlich nach der Alten ihrer Meinung, daß die reine Luft durchs Verbrennen der Körper in ſelbiger nie ganz verſchwinden könnte, weil das Phlogiſton einen Theil derſelben verderben oder phlogiſtiſiren müſſe. Allein man fand bey ſorgfältiger Behandlung in den neuern Zeiten, daß bey hinlänglicher Menge der brennbaren Materie die ganz reine Lebensluft ſich völlig verzehre, wodurch die Meinung der Phogiſtiſirung der Luft auf ein Mahl widerleget wurde. Hieraus ergab ſich alſo, daß der

Theil

Theil der atmoſphäriſchen Luft, welcher zur Unterhaltung der Flamme der verbrennlichen Körper und zum Athmen der Thiere reine dephlogiſtiſirte Luft, und der Rückſtand, als der andere Antheil der atmoſphäriſchen Luft, eine wahre verdorbene Luft (Stickgas) ſeyn müſſe. Es beſteht alſo die atmoſphäriſche Luft aus zwey luftförmigen Stoffen, nämlich aus dephlogiſtiſirter Luft (Sauerſtoffgas) und mephitiſcher Luft (Stickgas), wozu einige noch etwas Luftſäure ſetzen. Man darf aber hieraus keinesweges ſchließen, daß die atmoſphäriſche Luft als eine bloße Miſchung von dieſen beyden Luftarten zu betrachten ſey, vielmehr ſcheinen ſie chemiſch mit einander verbunden, und folglich die atmoſphäriſche Luft ganz homogen zu ſeyn; ſie wird bloß durchs Verbrennen verbrennlicher Körper, durchs Athmen u. ſ. f. zerſetzt, und in ihre Beſtandtheile zerleget.

Durch ein genaues Verfahren beym Verbrennen des Phosphors in atmoſphäriſcher Luft, und durch andere Mittel hat man das Verhältniß der dephlogiſtiſirten Luft zum Stickgas wie 27:73 bis 30:73 gefunden *). Der Antheil des luftſauren oder kohlengeſäuerten Gas in der atmoſphäriſchen Luft iſt ſehr gering, und ſcheinet nach Localumſtänden ſehr ungleich zu ſeyn, daher er von einigen auf $\frac{1}{16}$, von andern hingegen nur auf $\frac{1}{100}$ geſetzet wird.

Außer dem Verbrennen und Athmen der Thiere wird die atmoſphäriſche Luft verdorben durch das Calciniren der Metalle, durch die Gährungen, ſowohl geiſtigen, eſſigſauren, als auch faulen Gährungen, durch die Wirkung des Schwefels, des Kalkes mit Waſſer oder Säuren, des Eiſens und Kupfers mit flüchtigem Alkali, des Bleyes mit Weineſſig u. ſ. f. wobey jederzeit eine Verminderung des Luftvolumens Statt findet. Ueberhaupt läßt ſich annehmen, daß die gemeine Luft, welche durch irgend ein Verfahren in ihrem Volumen iſt vermindert worden, nicht mehr ſo rein als vorher ſey, und daß eine beſtimmte Quantität von Luft, welche ſich durch keinen der genannten Proceſſe weiter vermindern

*) *Lavoiſier* traité élément. de chimie To. I. p. 33. ſq.

mindern läßt, zum Athmen und zur Verbrennung gar nichts mehr tauge. **Boyle**, und die übrigen damahls lebenden Naturforscher, welchen dieſe Verminderung des Luftvolumens nicht unbekannt war, betrachteten dieſe als Folge einer geſchwächten Elaſticität der Luft, die alsdann durch den gewöhnlichen Druck der Atmoſphäre in einen engern Raum zuſammengepreßt werde. Weil man aber dieſen Rückſtand der Luft ſpecifiſch leichter als die gemeine atmoſphäriſche Luft fand, und mithin dieſe Urſache nicht als wahr annehmen konnte, ſo behauptete **Prieſtley** zuerſt, daß die fixe Luft, welche den ſchwerſten Theil der atmosphäriſchen Luft ausmache, durch die Verbindung mit dem Phlogiſton niedergeſchlagen werde. Da er aber nachher bemerkte, daß ähnliche Verminderungen auch bey ſolchen Gasarten erfolgten, welche gar keinen Theil von fixer Luft in ſich hielten, ſo nahm er dieſe Verminderung als eine wirkliche Zuſammenziehung des Volumens an, deren Art und Weiſe er aber nicht erklären konnte. Nach den neuern Entdeckungen aber ergibt ſich die Verminderung des Luftvolumens und des ſpecifiſchen Gewichtes von ſelbſt, wenn man annimmt, daß die atmoſphäriſche Luft bey dieſen Proceſſen nicht deßwegen verdorben wird, weil Phlogiſton in ſie übergehet, ſondern weil ihr reiner Theil zerſetzt und der Sauerſtoff entzogen wird.

Selbſt der elektriſche Funke verderbt die atmoſphäriſche Luft, wenn er zu wiederhohlten Mahlen durch eine gewiſſe Quantität derſelben gehet. Zu dieſem Verſuche bediente ſich **Prieſtley** einer Glasröhre von $\frac{1}{10}$ Zoll im Durchmeſſer, an deren einem Ende ein Draht angekittet war, welcher als Axe ein wenig in die Röhre hineinging, und am äußern Ende einen Knopf hatte; das andere offene Ende der Röhre ſteckte er in Lakmustinktur, und brachte den Knopf gegen den Conduktor der Maſchine, ſo daß der elektriſche Funke aus dem innern Ende des Drahtes durch die Luft in die Tinktur ſchlug. Durch wiederhohlte Funken fand er etwa nach zwey Minuten die Luft in ihrem Volumen vermindert, und den obern Theil der Lakmustinktur roth gefärbet. Aus

dieſem

dieſem Verſuche ſchloß **Prieſtley**, daß der elektriſche Funke ſelbſt Phlogiſton beſitze und beym Durchgange durch die Luft dieſelbe phlogiſtiſire. **Fontana** aber wollte durch Verſuche gezeiget haben, welche **Cavallo** [α]) anführet, daß das Phlogiſton nicht von elektriſchen Funken, ſondern von dem Kitt und dem Drahte herrühre, weil dieſe Erſcheinung nicht erfolge, wenn man Silberdraht ohne Kitt in die Glasröhre einſchleife. Allein **Henry Cavendiſh** [β]) fand, daß die Röthe der Lakmustinktur von einer dabey erzeugten Salpeterſäure herrühre. Dieſer entdeckte nämlich, daß eine Miſchung von dephlogiſtiſirter und phlogiſtiſirter Luft, folglich von zwey Beſtandtheilen der atmoſphäriſchen Luft, durch die Wirkung der Elektricität in Salpeterſäure verwandelt werde. Nahm er eine Miſchung von 5 Theilen dephlogiſtiſirter und 3 Theilen phlogiſtiſirter Luft, ſo verſchwand das Luftvolumen beynahe ganz. Auch der Herr **van Marum** [γ]) hat mit der großen teyleriſchen Maſchine faſt gleiche Reſultate erhalten.

Verſchiedene Naturforſcher glauben, daß die atmoſphäriſche Luft als Auflöſungsmittel bey der Ausdünſtung des Waſſers wirke, und dieſes folglich aufgelöſet in ſich halte. Daher auch dieſe einen **Unterſchied** zwiſchen der Verdampfung und der Ausdünſtung machen. Allein Herr **de Lüc** hat mit überwiegenden Gründen hinlänglich dargethan, daß die Ausdünſtung eigentlich eine wahre Verdampfung ſey, und zeiget ſehr wahrſcheinlich, daß der aufgeſtiegene und mit der Luft vermengte Waſſerdunſt durch Hinzukunft eines dritten noch unbekannten Bindungsmittels in den luftförmigen Zuſtand übergehe, daß folglich das Waſſer ſelbſt in Luft ſich verwandele. M. ſ. **Ausdünſtung**. Herr **de Lüc** wagt es aber nicht zu beſtimmen, worin das Bindungs-

α) Ueber die Natur und Eigenſchaften der Luft. S. 391.

β) Philoſoph. transact. Vol. LXXV. P. II. p. 372. f. Vol. LXXVIII. P. II. p. 260. u. vom letzt. überſ. in Grens Journal der Phyſik B. I. S. 282. u. f.

γ) Beſchreibung einer ungemein großen Elektriſirmaſchine. Erſte Fortſetz. II. Th. I. Abſch. S. 36.

dungsmittel beſtehe, welches dem Waſſerdunſte die permanent elaſtiſche Form gebe; er vermuthet vielmehr *), daß man noch neue wirkende Urſachen in der Natur zu entdecken habe, um die meteorologiſchen Erſcheinungen vollſtändig zu erklären. Bey allen dieſen Phänomenen aber ſcheine doch die Elektricität eine ſehr ſtark mitwirkende Urſache zu ſeyn, und in einigen Fällen beym Waſſerdunſte chemiſch zu wirken. Vorzüglich ſchienen dieß folgende Thatſachen zu beſtätigen: 1) die Elektricität befördere die Ausdünſtung, 2) entſtänden nach den Verſuchen des Herrn **Paets van Trooſtwyk** und **Deimann** Gasarten, wenn der elektriſche Funken durch Waſſer ſchlägt. 3) Bey den Donnerwettern, als einer der vorzüglichſten Luftzerſetzungen, zeigten ſich eine große Menge von elektriſchem Fluidum, von welchem Herr **de Lüc** ſehr wahrſcheinlich gezeiget hat, daß dieſes nicht als Ladung in den Wolken könne geweſen ſeyn, 4) in den höhern Gegenden der Atmoſphäre, wo vorzüglich die Waſſerdünſte in Luft verwandelt werden, ſey das elektriſche Fluidum wegen ſeiner Leichtigkeit an meiſten anzutreffen.

Auch nimmt das Waſſer atmoſphäriſche Luft auf. Ob aber dieſes alsdann die aufgenommene Luft noch als ſolche halten könne, das ſcheinet meiner Meinung nach nicht ſo ganz ausgemacht zu ſeyn. Schon unter dem Artikel **Eis** habe ich den Gedanken geäußert, daß das Waſſer im natürlichen Zuſtande keine Luft enthalte. Daß in dem Eiſe wirkliche Luftblaſen anzutreffen ſind, rührt meiner Meinung nach nicht davon her, weil das Waſſer wirkliche Luft enthielt, ſondern weil bey jedem veränderten Grade der Wärme aus Waſſer Luft entſtehen kann. Meine Gründe ſind dieſe: 1) iſt die ausdehnende Kraft der Luft bey jedem Grade der Wärme jederzeit größer, als die des Waſſers; ſollte nun die Luft mit dem Waſſer wirklich als Luft verbunden ſeyn, ſo müßte dieß bloß auf eine mechaniſche Art, nämlich durch Adhäſion, geſchehen; dieß würde ſich aber mit der überwiegenden ausdehnenden

*) Siebent. Brief an Herrn de la Metherie; in Grens Journal der Phyſik B. IV. S. 264. u. f.

nenden Kraft der Luft nicht zuſammenräumen laſſen. Auch lehret wirklich die Erfahrung, daß Luft, die man unter Waſſer gehen läßt, aus ſelbigem ſogleich wieder in die Höhe ſteiget; 2) iſt es nicht zu begreifen, wie eine ſo große Menge von Luft, die nach den gewöhnlichen angegebenen Verſuchen einen ſehr vielmahl größern Raum als das Waſſer ausfüllen müßte, um mit der äußern Luft das Gleichgewicht zu halten, in einem ſolchen Raume im zuſammengepreßten Zuſtande erhalten werden könne, ohne ihre Elaſticität zu äußern; welche Kraft wäre wohl vorhanden, welche dieſer Elaſticitä Schranken ſetzte? — Mir däucht, Herr **de Lüc** hat mit ganz guten Gründen dargethan, daß Waſſer in Luft, und umgekehrt Luft wieder in Waſſer verwandelt werden könne. Sollte nach Herrn **de Lüc's** Vermuthung die Elektricität als Bindungsmittel mitwirken, ſo widerſpricht dieß meiner Behauptung nicht. Denn veränderte Temperatur ſetzt auch veränderte Grade der Wärme voraus, und wo Wärme entſtehet und vergehet, iſt jederzeit Elektricität vorhanden. Nach der dynamiſchen Lehrart erhält das vollkommen flüſſige Waſſer gar keine Zwiſchenräume, in welchen ſich die Luft als Luft aufhalten könnte; daher bleibt es mir ſehr wahrſcheinlich, daß die atmoſphäriſche Luft, welche ſich mit dem Waſſer verbindet, ſelbſt wieder in Waſſer verwandelt wird, und wenn ſich Luft aus ſelbigem wieder entbindet, dieſe erſt im Waſſer erzeuget werde, und wegen ihrer ſpecifiſchen Leichtigkeit in die Höhe ſteige. Auch ſcheinen dieſe meine Meinung die neuern Verſuche, nach welchen das Waſſer durch den elektriſchen Funken in Luftarten verwandelt werden kann, noch mehr zu beſtätigen.

Durch die verſchiedenen und mancherley Prozeſſe, welche die gemeine Luft verderben, würde ſelbſt die ganze Maſſe der die Erde umgebenden Luft in ihrer Beſtimmung untüchtig machen, wenn nicht die gütige Natur ſchon dafür geſorget hätte, durch verſchiedene Mittel die verdorbene atmoſphäriſche Luft wieder in einen verbeſſerten Zuſtand zu ſetzen. Man war ſonſt der Meinung, daß die Vegetation oder das

Wachs-

Wachsthum der Pflanzen das vorzüglichſte Mittel ſey, deſſen ſich die Natur bediene, um der Verderbung der Luft durch Athemhohlen der Thiere und Menſchen, durch Verbrennung, Fäulniß und andere Prozeſſe entgegen zu wirken. D. **Prieſtley** hatte dieſe wichtige Entdeckung zuerſt gemacht, nachdem er ſich mit Verſuchen, um die verdorbene Luft zu verbeſſern, vergeblich beſchäftiget hatte. Er nahm nämlich wahr, daß die durchs Athmen der Thiere ganz verdorbene Luft vermittelſt der Vegetation ſo gut wieder hergeſtellet werde, daß nach einigen Tagen ein Thier in ſelbiger wieder eben ſo gut und eben ſo lange lebte, als in einer gleichen Menge atmoſphäriſcher Luft. Bey dieſen Verſuchen gebrauchte er vorzüglich die **Münze** (mentha piperitis Lin.). Andern Naturforſchern, welche die Verſuche wiederhohlten, gelang es nicht, die verdorbene Luft durch dieſes Mittel wieder herzuſtellen, und ſelbſt **Prieſtley** fand im Jahre 1778 bey Wiederhohlung dieſer Verſuche mit andern Pflanzen das Reſultat derſelben ſehr zweifelhaft. Im Jahre 1779 machte aber D. **Ingenhouß** *) verſchiedene Verſuche mit den Pflanzen bekannt, aus welchen er folgende Reſultate ziehen konnte: 1) hätten die meiſten Pflanzen die Kraft, verdorbene Luft in kurzer Zeit zu verbeſſern, wenn ſie dem Sonnenlichte ausgeſetzet werden, im Gegentheil machten ſie die Luft zur Nachtzeit unrein, und wenn ſie im Schatten ſich befänden; 2) geben die Pflanzen aus ihrer eigenen Subſtanz am Sonnenlichte eine reine dephlogiſtiſirte Luft, in der Nacht aber, oder im Schatten eine ſehr unreine Luft; 3) dieſe Wirkung brächten nicht alle Theile der Pflanzen, ſondern nur die grünen Stengel und Blätter, beſonders durch ihre untere Seite hervor; 4) fange die Entwickelung der dephlogiſtiſirten Luft erſt einige Stunden nach Erſcheinung der

*) Experim. upon vegetables. Lond. 1779. 8. Verſuche mit Pflanzen, wodurch entdecket worden, daß ſie die Kraft beſitzen, die atmoſphäriſche Luft beym Sonnenſchein zu reinigen, des Nachts aber zu verſchlimmern. Leipz. 1780. 8. Wien. Th. I.–III. 1785–1790. 8.

der Sonne über dem Horizonte an, und höre mit Tagesende auf. Uebrigens betrage aber die ſchädliche Luft aus einer Pflanze zur Nachtzeit kaum $\frac{1}{100}$ von der dephlogiſtiſirten, welche an einem heitern Tage in zwey Stunden aus ihr entwickelt werde. **Sennebier** [α]) in Genf ſuchte dagegen zu behaupten, daß die Pflanzen zur Nachtzeit gar keine Luft gäben, welches aber **Ingenhouß** [β]) widerleget, und die Richtigkeit ſeiner Behauptung durch hinlängliche Verſuche beſtätiget hat. Wenn man aber bedenkt, wie viele Luft von Zeit zu Zeit durch alle vorerwähnte Prozeſſe zerſetzet werde, ſo ſcheint die Vegetation allein zum Erſatz eines ſo großen Verluſtes nicht hinreichend zu ſeyn. Nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme geſchiehet dieſe Verbeſſerung der atmoſphäriſchen Luft bey der Vegetation durch Zerlegung des Waſſers, welches aus Waſſerſtoff und Sauerſtoff zuſammengeſetzet iſt, indem ſich nämlich der Waſſerſtoff mit der Pflanze verbindet, der Sauerſtoff aber frey wird, und in Gasgeſtalt in die Atmoſphäre übergehet. Hiernach wäre alſo das Waſſer das vorzüglichſte Mittel, welches durch den Sauerſtoff des zerſetzten Waſſers die Salubrität der verdorbenen Luft wieder herſtellte. Da aber auch die Antiphlogiſtiker zur Erklärung verſchiedener Meteore ſehr ſtarke Zuſammenſetzungen vom Waſſer im Luftkreiſe annehmen müſſen, welche eine erſtaunlich große Menge Sauerſtoff erfordern, ſo wird es nur noch ſchwerer zu begreifen, wie eine ſolche große Quantität von Sauerſtoff durch eine ſolche geringe Waſſerzerlegung, welche die Pflanzen bewirken, erſetzet werden könne.

Uebrigens

α) Mémoires phyſico-chymiques ſur l'influence de la lumière ſolaire pour modifier les êtres des trois règnes de la nature, et ſurtout ceux du règne végétal. à Génève 1782. T. I.–III. 8. Joh Sennebiers phyſikaliſch-chemiſche Abhandlung über den Einfluß des Sonnenlichtes auf alle drey Reiche der Natur, a. d. Franz. Th. I.–IV. Leipz. 1785. 8. Expériences ſur l'action de la lumière ſolaire pour le végétation. à Génève 1788. 8.

β) Einige Bemerkungen über die Oekonomie der Pflanzen; in den vermiſchten Schriften durch Molitor. Wien. 1784. gr. 8. B. I. S. 341 ff.

Uebrigens hängt die Reinigkeit und Salubrität der Luft viel von lokalen Umſtänden ab. So iſt z. B. die Luft in Gegenden, wo viele Sümpfe ſich befinden, beſonders wenn ſie allenthalben von Bergen eingeſchloſſen werden, und ganz ohne Luftzug ſind, nicht ſo rein und heilſam, als in andern Gegenden, welche eine günſtigere Lage haben. Den Grad der Reinigkeit an verſchiedenen Orten der Erde zu beſtimmen, hat man Werkzeuge unter dem Nahmen **Eudiometer** angegeben, wovon der Artikel **Eudiometer** nachzuſehen iſt. Im Ganzen genommen, findet man vermittelſt der Eudiometer die Luft an verſchiedenen Orten der Erde nicht ſehr verſchieden. Gleichwohl aber bemerket man nicht unbeträchtliche Unterſchiede in Anſehung der Heilſamkeit der Luft in Gegenden, wo das Eudiometer faſt gleiche Reinigkeit anzeiget, obgleich die Geſundheit der Einwohner augenſcheinlich das Gegentheil zeiget. Daraus erhellet, daß das Eudiometer als kein untrügliches Mittel zur Beſtimmung der Salubrität der Luft angeſehen werden könne.

Schon in den alten Zeiten hat man auf Mittel gedacht, die verdorbene Luft durch die Kunſt zu verbeſſern. Allein man iſt hierin nicht glücklich geweſen. Das einzige bekannte Mittel, die ſchlechte Luft aus Gegenden, wo ſie häufig und unvermeidlich erzeuget wird, hinwegzubringen, iſt der Luftzug. Hierdurch wird aber doch die Luft eigentlich nicht verbeſſert, ſondern nur die ſchlechte weggeführet, und reine an deren Stelle gebracht.

Herr **Achard** *) hat gefunden, daß phlogiſtiſirte Luft ungemein verbeſſert wird, wenn ſie durch geſchmolzenen Salpeter gehet. Ohne Zweifel liegt die Wirkung hiervon darin, daß ſich aus dem geſchmolzenen Salpeter dephlogiſtiſirte Luft häufig entbindet.

Gas, leichtes brennbares, entzündbare, entzündliche Luft, inflammable Luft, brennende Luft (Scheele), **Brennluft** (Ingenhouß), **Waſſerſtoffgas** (Girtanner),

*) Ueber die Dephlogiſtiſirung der phlogiſtiſchen Luft; in ſ. Samml. phyſ. und chemiſch. Abhandl. B. I. Berlin 1784. 8.

waſſerzeugendes Gas (Hermbſtädt) (Gas inflammabile leue, aër inflammabilis, mephitis inflammabilis, gas hydrogenium, gas inflammable, air inflammable, gas hydrogène) iſt eine mephitiſche und mit Waſſer nicht miſchbare Luftart, welche ſich bey Berührung der atmoſphäriſchen oder dephlogiſtiſirten Luft anbrennen läßt, und durch Miſchung mit atmoſphäriſcher oder dephlogiſtiſirter Luft mit einem ſtarken Knalle ſich entzündet. Dieſes Gas muß man von dem ſchweren brennbaren Gas unterſcheiden, wovon nachher geredet werden ſoll.

Schon längſt iſt es bekannt geweſen, daß Dämpfe bey gewiſſen metalliſchen Auflöſungen durch Annäherung eines brennenden Lichtes Feuer fangen. Verſchiedene Verſuche mit brennbarer Luft aus Zink, Zinn und Eiſen, hat **Cavendiſh** [α]) angeſtellt, und zugleich das ſpecifiſche Gewicht derſelben beſtimmt, und D. **Prieſtley** [β]) beſonders hat die brennbaren Gasarten mit vielem Fleiße in ein größeres Licht zu ſetzen geſuchet.

Vorzüglich entwickelt ſich das leichte brennbare Gas bey der Auflöſung des Zinks und des Eiſens in verdünnter Schwefelſäure oder Salzſäure. Man bringt nämlich in eine ſo genannte Entbindungsflaſche Eiſenſpäne oder gröblich geſtoßenen Zink, ſo daß etwa der vierte oder fünfte Theil derſelben angefüllet wird; alsdann gießt man einen Theil Vitriolöl mit ſechs Theilen Waſſer vermiſcht darauf. Nun verſtopfe man dieſe Flaſche durch einen mit einer krummgebogenen gläſernen Röhre verſehenen Stöpſel, und bringe das Ende dieſer gläſernen gebogenen Röhre unter dem Trichter einer mit Waſſer angefüllten pnevmatiſchen Wanne, über welchen eine mit Waſſer angefüllte gläſerne Glocke ſich befindet. Die in der Miſchung ſich entwickelte brennbare Luft wird durch die krummgebogene gläſerne Röhre in die Glocke übergehen, und ſich daſelbſt ſammeln.

Auch

α) Experim. on factitions air; in philoſ. transact. Vol. LVI.

β) Verſuche und Beobachtungen über verſchiedene Gattungen der Luft. Th. 1. Abſchn. 3.

Auch kann man die brennbare Luft aus Waſſerdämpfen oder aus Weingeiſtdämpfen gewinnen, wenn dieſelben durch eine eiſerne glühende Röhre geleitet werden. Dieſer Prozeß iſt vorzüglich merkwürdig, und verdienet einer genauern Anzeige. Man nehme eine kleine gläſerne Retorte, fülle ſelbige mit reinem Waſſer an, bringe ſie in ein Sandbad, ſtecke die Oeffnung deſſelben in einen horizontalliegenden Flintenlauf, und verkitte alles gehörig luftdicht; an dem andern Ende des Flintenlaufes befeſtige man eine Röhre, deren andere Oeffnung unter den Trichter in der mit Waſſer angefüllten pnevmatiſchen Wanne geſteckt wird. Den Flintenlauf umgebe man mit glühenden Kohlen, und erhitze nun das in der Retorte befindliche Waſſer bis zum Kochen. Die Waſſerdämpfe, die ſich entwickeln, ſtreichen durch den Flintenlauf und werden an der glühenden Stelle deſſelben in Waſſerſtoffgas verwandelt, und gehen nun als ſolches über. Um jedoch die Veränderungen, welche das Waſſer bey der Erzeugung dieſer Gasart erleidet, beſſer zu beſtimmen, ſtelle man den Verſuch auf folgende Art an: man nehme eine mit Lutum beſchlagene gläſerne Röhre von hartem Glaſe, bringe in die Mitte ihrer Höhlung 274 Gran ſpiralförmig gewundenen Eiſendraht, kitte in die obere Mündung derſelben den Hals einer kleinen gläſernen Retorte, in welche man zwey Unzen deſtillirtes Waſſer geſchüttet hat, und lege ſie in ein Sandbad. Den mittleren Theil der beſchlagenen Röhre laſſe man etwas geneigt durch ein Kohlenbecken treten, und kitte ihr unteres Ende in eine Mittelflaſche, die in kaltem Waſſer ſteht, und aus der einen Leitungsröhre unter den Trichter der pnevmatiſchen Wanne tritt. Man mache die Glasröhre in der Mitte nach und nach glühend, bringe dann das Waſſer in der Retorte zum Kochen, und nöthige ſo die Waſſerdämpfe durch das glühende Eiſen zu ſtreichen, wo ſich ſodann das erwähnte Gas erzeuget. Man erhält, wenn alles gut gelingt, nach Abzug der atmoſphäriſchen Luft der Gefäße etwa 416 Cubikzoll von dem Waſſerſtoffgas, welche 15 Gran wiegen, das Eiſen in der Retorte hat ſich in wirklichen Eiſenkalk verwandelt,

wandelt, und wiegt nun 85 Gran mehr als vor der Operation. Das in der Mittelflaſche geſammelte Waſſer beträgt, wenn es überdeſtilliret iſt, 100 Gran weniger als das zur Operation angewendete. Hierbey laſſen ſich nun zwey Fälle gedenken: entweder ſauget das Eiſen das Waſſer in ſich, und es entwickelt ſich aus ſelbigem brennbare Luft, oder es wird der Waſſerdampf zerſetzt, indem nämlich das Eiſen aus ihm Sauerſtoff verſchluckt, und der andere Stoff mit dem Wärmeſtoffe die brennbare Luft bildet. Beyde Fälle haben ſehr große Vertheidiger, den zweyten Fall behaupten beſonders die Antiphlogiſtiker. Folgen hieraus ſ. m. unter dem Artikel **Waſſer**. Nach Herrn **Gren** nimmt der Waſſerſtoff den Brennſtoff des Eiſens auf, und tritt mit dem Wärmeſtoffe als expanſibles Fluidum aus, indem der Sauerſtoff des Waſſers ſich mit dem Eiſen verbindet, und es verkalkt zurückläßt. Hiernach wäre alſo die Baſis des Waſſerſtoffgas Waſſerſtoff und Brennſtoff.

Dieß brennbare Gas iſt deſto ſpecifiſch leichter, je ſchneller es entwickelt wird; auch kömmt es hierbey noch auf die Körper an, woraus es gewonnen wird. Das ſpecifiſche Gewicht des Waſſerſtoffgas verhält ſich zu dem der atmoſphäriſchen Luft wie 1 zu 12,63. Es hat einen eigenthümlich unangenehmen Geruch, vermiſcht ſich nicht mit dem Waſſer, und iſt zur Unterhaltung der Flamme und zum Athemhohlen der Thiere untauglich, ob es gleich in Berührung mit atmoſphäriſcher und dephlogiſtiſirter Luft entzündet werden kann. Wenn man eine Flaſche mit brennbarer Luft öffnet, und ſogleich eine Flamme daran bringt, ſo entzündet ſie ſich mit einer Flamme, welche deſto ſchneller in das Gefäß hineinſteigt, je weiter die Mündung der Flaſche iſt. Von dieſem brennenden Gas ſondert ſich ein Dampf ab, welcher in die Flaſche hineingehet, und ſich daſelbſt als Waſſer ſammelt. Uebrigens iſt die Farbe der Flamme der aus Metallen entbundenen brennbaren Luft eine grünlich weiße Farbe, mitten in derſelben zeigen ſich aber lebhafte rothe Funken, welche nach allen Richtungen hinſchießen. Wenn dieſes Gas aus einer

einer elaſtiſchen Flaſche mit einem engen Halſe herausgedruckt, und durch einen elektriſchen Funken angezündet wird, ſo entſtehet dadurch ein langer ununterbrochener Feuerſtrom.

Wenn hingegen die brennbare Luft mit reſpirabler Luft vermiſcht iſt, ſo explodiret ſie bey Annäherung einer Flamme mit einem heftigen Knalle, und es entzündet ſich das Gemiſch auf einmahl, wenn es auch mit der äußern Luft alsdann nicht mehr in Berührung iſt. Nach **Prieſtley** und **Lavoiſier** geben zwey Theile gemeine und ein Theil brennbarer Luft in der Miſchung die ſtärkſte Exploſion. Noch ſtärker iſt ſie, wenn man einen Theil eines Sauerſtoffgas mit zwey Theilen brennbaren Gas vermiſcht hat. Dieſe ſo genannte Knallluft kann man in Flaſchen Jahre lang aufbewahren, ohne daß ſich etwas von ihrer Entzündbarkeit verlieret.

Wird die Erzeugung des Waſſerſtoffgas aus Zink und Vitriolöl in einer kleinen Flaſche aus ſtarkem Glaſe vorgenommen, welche man mit einem Korkſtöpſel verſchloſſen hat, durch den eine enge zulaufende Glasröhre vertikal geſteckt iſt, aus der das Gas heraustreten kann; alsdann den hervortretenden Strom das Gas anzündet, nachdem man ſicher iſt, daß keine atmoſphäriſche Luft mehr im Glaſe eingeſchloſſen iſt; und über die Flamme des brennenden Gas die Mündung eines Glaskolbens oder eines oben geſchloſſenen Glascylinders hält, ſo entſtehet ein ſchneidender Ton. M. ſ. **chemiſche Harmonika.**

Wenn man 15 Theile Waſſerſtoffgas mit 85 Theilen des Sauerſtoffgas dem Gewichte nach in einem verſchloſſenen Raume verbrennen läßt, ſo werden beyde Luftarten zerſtört, und es bildet ſich Waſſer, welches dem Gewichte nach 100 Theile beträgt *).

Nach dem neuern Syſteme iſt die Entzündlichkeit eine Folge der Verwandtſchaft, welche zwiſchen dem Wärmeſtoffe und Sauerſtoffe bey einer gewiſſen Höhe der Temperatur

*) Mémoir. ſur la combuſtion du gas hydrogène dans les vaiſſeaux cloſ. p. M. *Fourcroy*, *Vauquelin* et *Seguin*; in den annales de chimie T. VIII. S. 230 ff. T. IX. S. 30 ff.

Statt findet. Daher kömmt es, daß aus beyden Luftarten der Sauerſtoff und Waſſerſtoff ſich zu Waſſer mit einander verbinden, der Wärmeſtoff aber mit Hitze und Licht entweicht. Daraus läßt ſich auch leicht erklären, warum das Waſſerſtoffgas nicht für ſich allein und ohne Berührung oder in Vermiſchung mit reſpirabler Luft brennt, weil kein Verbrennen ohne Gegenwart des Sauerſtoffgas Statt finden kann.

Das Waſſerſtoffgas zerſtört die Kraft zu keimen in den Samen der Pflanzen gänzlich; nach den Verſuchen des Herrn **Sennebier** aber keimen die Samen in dieſer Gasart, wenn ſie mit Sauerſtoffgas vermiſcht iſt. Bringt man Pflanzen in Waſſerſtoffgas, ſo ſterben ſie in ſelbigem bald ab; ſetzt man ſie aber in dieſer Luft dem Sonnenlichte aus, ſo bemerket man weiter keine Veränderung, als daß das Volumen des Gas abnimmt. In dieſem Falle muß ſich alſo aus den Pflanzen durchs Licht Sauerſtoff entwickeln, welches ſich mit dem Waſſerſtoffe des Waſſerſtoffgas verbindet, und dadurch Waſſer bildet.

Nach der Meinung der Antiphlogiſtiker ſoll auch eine ſehr große Menge Waſſerſtoffgas in die Atmoſphäre aufſteigen, das ſie zu Erklärung verſchiedener Materien nöthig haben. Durch die Hitze im Sommer werde nämlich ſehr viel Waſſer zerleget, deſſen Sauerſtoff ſich zum Theil mit den Pflanzen verbinde, und deſſen Waſſerſtoff größtentheils in die Höhe ſteige, und wegen ſeiner außerordentlichen Leichtigkeit bis in die höhern Regionen der Atmoſphäre gelange. Dort treffe nun dieſer Waſſerſtoff eine große Menge Sauerſtoff an, und durch den elektriſchen Funken des Blitzes werde dieſe Miſchung entzündet und in Waſſer verwandelt. Allein nach Herrn **de Lüc's** Erfahrungen hat man auf den Gipfeln der höchſten Berge von einer Gegenwart des Waſſerſtoffgas nichts wahrgenommen; und bey einer ſolchen Menge, als zur Entſtehung der Gewitterregen nöthig wäre, müßte ein jeder Blitz oder ein jedes Feuer auf hohen Bergen die ganze Atmoſphäre entzünden. Ueberdem iſt aber auch das Sauerſtoffgas ſpecifiſch ſchwerer als die atmoſphäriſche Luft, und es müßte ſich daher

daher, ſelbſt nach dem Urtheile der Antiphlogiſtiker, vorzüglich dieſes nahe an der Erdoberfläche anſammeln, und könnte folglich kaum in einer beträchtlichen Höhe über ſelbiger dergleichen anzutreffen ſeyn; daher es auf keine Weiſe einzuſehen iſt, wie in den obern Regionen eine ſo erſtaunliche Menge Sauerſtoff entſtehen und hinkommen könne.

Vormahls hielt **Kirwan** die brennbare Luft für das Phlogiſton ſelbſt. Seine Gründe dafür und die Gegengründe der Antiphlogiſtiker findet man in der franzöſiſchen Ueberſetzung ſeines Verſuchs über das Phlogiſton [*]).

Gas, ſchweres brennbares, Sumpfluft, gekohltes Waſſerſtoffgas (gas inflammabile gravius, gas paluſtre, aër paludum, gas carbonum, pingue, flammeum (*van Helmont*) gas hydrogenium carbonatum, gas hydrogène carboné). Dieſes brennbare Gas kömmt mit dem leichten brennbaren in vielen Stücken überein, nur unterſcheidet es ſich von dieſem durch ein größeres ſpecifiſches Gewicht, und beſonders dadurch, daß es beym Anbrennen in verſchloſſenen Gefäßen mit Lebensluft nicht bloß Waſſer, ſondern auch kohlenſaures Gas hinterläßt, welches letztere das leichte brennbare Gas, wenn es rein iſt, nicht thut.

Dieſes ſchwere brennbare Gas kannten die ältern Naturforſcher unter dem Nahmen der **entzündlichen Schwaden** in unterirdiſchen Höhlen und Gruben. Auch war dem van **Helmont** [β]) die entzündbare Luft, welche durch die Verdauung der Speiſen im menſchlichen Körper erzeuget wird, und welche beym natürlichen Ausgange ſo wohl durch die Winde als auch der verdaueten Speiſe ſelbſt angezündet werden kann, bekannt. **Hales** [γ]) entwickelte entzündbare Materie aus Erbſen, Wachs, Auſterſchaalen und Bernſtein. Als D. **Franklin** im Jahre 1764 durch Neu-

*) Eſſai ſur le phlogiſtique, traduit de l'anglois de M. *Kirwan* avec des notes de MM. *de Morveau*, *Lavoiſier*, *de la Place*, *Bertbollet* etc. à Paris 1788. 8.

β) Complex. atque miſt. elem. figm. §. 28. 29. de flatibus §. 4. 62.

γ) Vegetable ſtatiks, ex. 57.

Jerſey reiſete, ſo wurde ihm verſchiedene Mahl erzählet, daß man die Luft über verſchiedenen daſelbſt befindlichen Waſſern anbrennen könnte. Er und ein Freund von ihm rührten daher in einem ſumpfigen Orte den Schlamm mit dem Stocke auf, und hielten ſogleich, als Luftblaſen in die Höhe ſtiegen, ein Licht daran, da ſich alsdann die Flamme ſehr plötzlich erzeugte. **Franklin** glaubte dazumahl, daß ſich eine Subſtanz wie ein flüchtiges Terpentinöl von einem Fichtenſumpfe mit dem Waſſer gemiſcht hätte, wie wohl ihm dieſe ſeine Muthmaßung kein hinlängliches Genüge leiſtete. Auch erhielt D. **Chandler** zu London im Jahre 1765 von D. **Finley** aus Neu-Jerſey einen Brief, worin ihm berichtet wurde, daß ſich eben dieſe Erſcheinung in einem Mühlteiche in Neu-Jerſey zeige, und die Entdeckung von ungefähr durch des Müllers Leute gemacht worden ſey *).

Dieſes brennbare Gas kann aus alten brennbaren Subſtanzen durch Hitze, Gährung u. ſ. auf mancherley Art erhalten werden. Auch entwickelt es ſich aus der trockenen Deſtillation aller thieriſchen und aller vegetabiliſchen Körper, jedoch aber erſt bey der Glühehitze; ferner bey der Fäulniß aller thieriſchen Körper und aller Pflanzen und zwar in großer Menge; auch kann man es gewinnen aus Weinſtein, Weinſteinſäure, Zucker, Sauerkleeſäure, Pflanzenſchleim und Gummi, Harz, Kleber, Eyweißſtoff, Stärke, Gallerte, Fett, Milchzucker, aus dem Blute, aus dem Blutwaſſer, Blutkuchen, Berlinerblau, aus Weingeiſt, aus dem Reißbley, aus Waſſerdünſten über Kohlen durch glühende Röhren geleitet. Man nehme büchene Holzſpäne, fülle hiermit eine irdene beſchlagene Retorte bis zur Mündung des Halſes an, kitte eine gläſerne gekrümmte Röhre mit einer oder mehreren Mittelflaſchen luftdicht an ihren Hals, lege die Retorte in einen Windofen, bringe die Oeffnung der andern Seitenröhre der Mittelflaſche unter den Trichter

*) Verſuche und Beobachtungen über verſchiedene Gattungen der Luft Th. I. S. 318.

Trichter der mit heißem Waſſer oder Queckſilber gefüllten Wanne des pneumatiſch-chemiſchen Apparats, und gebe gelindes Feuer, welches man nach und nach bis zum Glühen der Retorte verſtärkt. Anfänglich entweicht die atmoſphäriſche Luft, bey verſtärkter Hitze gehet Waſſer über, das ſich in der Mittelflaſche ſammelt, und zugleich entwickeln ſich bey dem gehörigen Grade der Hitze die übrigen flüchtigen Theile, welche, wenn ſie Dämpfe ſind, durch gehörige Abkühlung in der Mittelflaſche als tropfbar flüſſige Stoffe aufgefangen werden; wenn ſie aber Gas bilden, unter den Recipienten des pneumatiſchen Apparats treten. Die Deſtillation wird ſo lange fortgeſetzet, bis keine Dämpfe und kein Gas mehr übergehen. Die Menge von Gas, welches wahres kohlenſaures Waſſerſtoffgas iſt, iſt bey dieſer Operation erſtaunend groß. Nach **Lavoiſier** beſtehen diejenigen Pflanzen, welche kein Oel enthalten, aus Kohlenſtoff und Waſſer; während der Deſtillation wird daß Waſſer zerleget, und man erhält daher ein Gemiſch von kohlenſaurem Gas und Waſſerſtoffgas. Von denjenigen Pflanzen, welche Oel enthalten, erhält man mehr Waſſerſtoffgas, weil hier ein Theil des Waſſerſtoffs aus dem Oele hinzukömmt. Das kohlenſaure Gas kann man von dem übrigen Gas durchs Waſchen mit Kalkwaſſer oder Kalkmilch leicht ſcheiden.

Prieſtley konnte auch vermittelſt eines elektriſchen Funkens aus verſchiedenen verbrennlichen Subſtanzen, beſonders aus verſchiedenen Arten von Oelen und aus dem flüchtigen ammoniakaliſchen Geiſte brennbare Luft entbinden. Aus dem Terpentinöl beſonders entwickelte ſich dieſe Gasart am geſchwindeſten, aus dem Olivenöl aber am langſamſten.

Sonſt findet man in unterirdiſchen Höhlen, in den Schachten, beſonders in den Steinkohlengruben ſolche Luft; auch in den Gedärmen der Thiere entwickelt ſie ſich häufig, und in den Cloaken, in den heimlichen Gemächern *), in Begräbniß-

*) *Laborie, Cadet et Parmentier* obſervat. ſur les foſſes d'aiſance. Paris 1778. p. 77. Hanow's Seltenheiten der Natur.

gräbnißorten α), und überhaupt, wo eine Fäulniß Statt findet, trifft man dergleichen an.

Auch in Sümpfen, Pfützen uud ſtehenden Gewäſſern, wo viele Pflanzen, Schilf u. dergl. modern, trifft man in dem Schlamme des Grundes die brennbare Luft an. **Volta** β) hat beſonders aufmerkſam darauf gemacht, und gezeigt, wie man dieſes Gas gewinnen könne. Man fülle nämlich eine Flaſche mit Waſſer an, kehre ſie im Waſſer eines ſtillſtehenden Sumpfes um, bringe einen Trichter in die Oeffnung derſelben, und rühre mit einem ſpitzigen Stocke im Grunde, ſo ſteiget die Sumpfluft in Blaſen auf, und wird auf dieſe Weiſe in der Flaſche gewonnen. Eine noch bequemere Methode, die Sumpfluft mit einer an einem Stocke gebundenen Blaſe aufzufangen, beſchreibt **Ingenhouß** γ).

Die Eigenſchaften dieſes kohlenſauren Waſſerſtoffgas ſind dieſe: 1) es iſt ſpecifiſch ſchwerer als das leichte brennbare Gas, und hat auch einen üblern und ſtärkern Geruch als dieſes, 2) iſt es ebenfalls wie das leichte brennbare Gas an der Fläche, wo es die atmoſphäriſche Luft berühret, entzündbar und brennt mit einer bläulichen Flamme ohne Rauch. Wenn die Oeffnung der Flaſche, worin es abbrennt, klein genug iſt, ſo verlöſcht die Flammen auch wohl wieder von ſelbſt. Vermiſcht man es mit atmoſphäriſcher Luft, ſo brennt es lebhafter, und immer um deſto ſchneller ab, je größer die Menge von jener iſt; noch ſchneller mit Lebensluft. Ein Theil dieſes brennbaren Gas mit 16 Theilen atmoſphäriſcher oder 4 Theilen Lebensluft vermiſcht, gibt eine Exploſion, welche aber der beym Abbrennen des brennbaren Gas in gehörigem Verhältniſſe mit dephlogiſtiſirter Luft zuſammengemiſcht, nie an Stärke und Heftigkeit gleich kömmt. Auch durch den elektriſchen Funken kann es in der Miſchung mit

α) Dobſon medical comment. on fixed air p. 77.

β) Lettere al *P. G. Campi* ſull'aria inflammabile nativa delle paludi. Como 1776. 8. 1778. 8. Briefe über die natürlich entſtehende Sumpfluft a. d. It. Winterthur 1778. 8.

γ) Vermiſchte Schriften. Wien 1784 gr. 8. B. 1. Num. 11. S. 247. f.

mit atmoſphäriſcher Luft entzündet werden; 3) zur Unterhaltung des Feuers und zum Athemhohlen der Thiere iſt es ganz untauglich; 4) wenn das Gemiſch dieſer Luft mit einer gehörigen Menge atmoſphäriſcher oder dephlogiſtiſirter Luft abgebrannt wird, ſo ſchlägt ſich Waſſer nieder, und es entſteht kohlenſaures Gas; 5) es verbindet ſich nicht mit dem Waſſer, zerſetzt die Salpeterluft nicht, und röthet die Lakmustinktur nicht, wenn ſie rein iſt.

Nach dem neuern Syſteme iſt die Baſis dieſer Luft Waſſerſtoff und Kohlenſtoff. Hiernach entbindet ſich bey der Entzündung der Sauerſtoff der atmoſphäriſchen Luft zum Theil mit dem Waſſerſtoffe, und bildet Waſſer, zum Theil mit dem Kohlenſtoffe, und bildet kohlenſaures Gas; dadurch wird die gebundene Licht- und Wärmematerie frey, und verurſachet die Flamme.

Uebrigens findet bey dieſer ſchweren brennbaren Luft einiger Unterſchied in Anſehung des ſpecifiſchen Gewichtes, des Geruches und des Rückſtandes bey der Zerſetzung deſſelben durchs Abbrennen mit Lebensluft Statt, nachdem man nämlich zur Entwickelung dieſer Gasart verſchiedene Körper genommen hat. Daher erwies auch ſchon **Zerbſt** [α]), daß es verſchiedene Arten von brennbarer Luft gebe. Auch ſchon aus einerley Stoffe erhält man einen Unterſchied in der Menge und dem Verhältniſſe des brennbaren und des kohlenſauren Gas, je nachdem man die Operation bey langſamer und allmähliger oder bey ſchneller und raſcher Erhitzung unternimmt [β]).

Durch die entdeckten Eigenſchaften der brennbaren Luftarten hat man verſchiedene Naturbegebenheiten weit befriedigender erklären können, als ſonſt. Hiervon ſ. m. die Artikel **Feuerkugeln, Flamme, Irrlicht, Sternſchnuppen.** Von Anwendung der brennbaren Luft ſ. m. die Artikel

α) De aere, fluidisque ad aeris genus pertin. Prop. 25. p. 123.
β) Mémoir. ſur l'air inflammable tiré des différentes ſubſtances, redigé p. M. *Minkeler*. à Louvain 1784.

Artikel **Aeroſtat, Lampe, elektriſche, Piſtole, elektriſche.**

Gas, dephlogiſtiſirtes, dephlogiſtiſirte Luft, brennſtoffleere Luft, reine Luft, Feuerluft, künſtlich reine Luft, Lebensluft, Sauerſtoffgas, ſäurezeugendes Gas, Sauerluft (gas dephlogiſticatum, aër dephlogiſticatus, aër puriſſimus, aër verus factitius, aër vitalis, gas oxygenium, gas ou air dephlogiſtique, gas oxygène). Dieſe Luft iſt ein Beſtandtheil der atmoſphäriſchen Luft, welche dieſelbe ganz allein zur Unterhaltung des Feuers und zum Athemhohlen der Thiere geſchickt macht. In den neuern Zeiten hat man Mittel aufgefunden, dieſe Luft für ſich allein zu gewinnen.

Das dephlogiſtiſirte Gas wurde zuerſt von **Prieſtley** und **Scheele** entdecket. Erſterer erwähnte ſchon in dem im Jahre 1774 herausgekommenen erſten Bande ſeiner Verſuche und Beobachtungen einer Luftart, die er aus dem Salpeter erhielt, in welcher nicht nur ein Licht fortbrannte, ſondern die Flamme ſogar zunahm, wobey man ein Ziſchen hörte, welches dem Verpuffen des Salpeters im freyen Feuer ſehr ähnlich war. Aber erſt im zweyten Bande, welcher 1776 erſchien, führt er eine Menge von Verſuchen an, welche zur genauern Kenntniß der dephlogiſtirten Luft den Grund geleget haben. Zum erſten Mahle erhielt er dieſe Luft den 1ten Auguſt 1774, welchen Tag die Antiphlogiſtiker für ſehr merkwürdig halten, weil dieſer der Geburtstag der antiphlogiſtiſchen Chemie ſey. Er betrachtete ſie als eine ſolche Luft, welche wenig Phlogiſton enthielt, und nannte ſie daher dephlogiſtiſirte Luft. Faſt gleichzeitig mit **Prieſtley** wurde dieſes Gas von **Scheele**, damahls noch zu Nordköping in Schweden, entdeckt, welcher ihm den Nahmen **Feuerluft** gab. Dieſe ſeine Erfindung machte er in ſeiner chemiſchen Abhandlung von Luft und Feuer bekannt, welche zum erſten Mahle zu Upſal und Leipzig im Jahre 1777 herauskam. Die Art und Weiſe, wie dieſe beyden Gelehrten ihre Verſuche angeſtellet haben, und die verſchiede-

ſchiedenen Begriffe, welche ſie von dieſer Sache ſelbſt gehabt haben, beweiſen gar zu deutlich, daß beyde auf einerley Erfindung zugleich gekommen ſind.

Dieſe Gasart kann aus ſehr verſchiedenen Körpern genommen werden; ſie entwickelt ſich bey der ſtarken Erhitzung aus verſchiedenen Mineralien, beſonders aus Braunſtein und Salpeter, aus den Dämpfen der Salpeterſäure, wenn man ſie durch ein glühendes irdenes Pfeifenrohr gehen läßt; aus dem mit dem Dunſte der dephlogiſtiſirten Salzſäure angeſchwängerten Waſſer, wenn man ſelbiges in einer weißen gläſernen Retorte, welche mit dem pnevmatiſchen Apparat verbunden iſt, dem Sonnenlichte ausſetzet; aus der Reduktion der beyden Arten von rothem Queckſilberniederſchlag ohne Zuſatz von verbrennlichen Körpern bey ſtarkem Feuer; bey ſtarker Erhitzung aus metalliſchen Kalken und Erden nach vorhergegangener Anfeuchtung mit Salpeterſäure oder Vermiſchung mit Vitriolſäure; nach **Fontana** aus der Alaun- und Bittererde, wenn ſie vorher durch die Hitze von Luftſäure ſind befreyet worden; aus den friſchen Pflanzen am Tageslichte, ſogar nach des **Grafen von Rumford** (**Sir Benj. Tompſon**) Verſuchen beym Lichte brennender Kerzen, welches jedoch Herr **Ingenhouß** falſch befunden haben will.

Die beſte und wohlfeilſte Methode, dieß Gas rein zu gewinnen, geſchiehet vermittelſt des Braunſteins. Man füllt nämlich eine kleine irdene Retorte mit gepulvertem Braunſtein ganz bis an ihren Hals voll, kittet an die Mündung des Halſes derſelben eine blecherne Röhre luftdicht an, legt die Retorte in einen Windofen in freyes Feuer, bringt die Mündung der Röhre unter den Trichter der mit Waſſer gefüllten Wanne des pnevmatiſchen Apparats, und erhitzet die Retorte ganz allmählig und ſtuffenweiſe bis zum Glühen. Anfänglich geht durch die Wärme bloß die atmoſphäriſche Luft aus der Retorte und Röhre über; ſobald aber der Braunſtein glühend wird, entwickelt ſich das dephlogiſtiſirte Gas. Die zuerſt übergehende Luft iſt von geringerer

Güte

Güte als die nachfolgende, wegen des noch damit vermiſchten Antheils der atmoſphäriſchen Luft. Uebrigens erhält man aus dem Braunſteine eine beträchtliche Quantität der Luft. Auf eben dieſe Art kann man auch die dephlogiſtiſirte Luft aus dem Salpeter gewinnen. **Scheele** hat ſogar aus der Salpeterſäure, nämlich aus dem rauchenden Salpetergeiſte, ſeine Feuerluft erhalten. Nach **Prieſtley** entbindet ſich ebenfalls das dephlogiſtiſirte Gas aus Mennige, Zinkblumen, Thon, Sedativſalz, Kieſelſteinen, Eiſen und allen anderen Metallen, wenn alle dieſe Subſtanzen vorher mit Salpeterſäure angefeuchtet oder darin aufgelöſet ſind. Allein nie erhält man daraus die dephlogiſtiſirte Luft rein, ſie iſt jederzeit mit andern Gasarten vermiſcht. Am allerreinſten wird dieſes Gas aus der Reduktion des rothen Queckſilberkalks ohne Zuſatz von verbrennlichen Stoffen erhalten. Man nehme nämlich eine Unze rothen Queckſilberkalk, ſchütte ihn in eine kleine gläſerne Retorte, welche mit einer kleinen Mittelflaſche und dem pnevmatiſchen Apparat communiciret. Die Fugen verkittet man genau, erhitze die Retorte über Kohlfeuer nach und nach und vorſichtig bis zum Glühen. Anfänglich geht die atmoſphäriſche Luft der Geräthſchaft fort, nachher aber geht reine Lebensluft über, wobey das Queckſilber reduciret und in die Mittelflaſche überdeſtilliret wird.

Daß friſche Pflanzen ebenfalls dephlogiſtiſirte Luft geben, iſt bereits ſchon von **Prieſtley** wahrgenommen worden. **D. Ingenhouß** aber beſtimmte es genauer, unter welchen Umſtänden ſich dephlogiſtiſirte Luft entwickele. Man bringe nämlich eine geſunde und ſaftreiche Pflanze in einen geräumigen Glascylinder oder Glaskolben, fülle dieß Gefäß mit ganz reinem Waſſer voll, decke es mit einer Schüſſel oder Taſſe ganz zu, kehre es in einer Wanne mit Waſſer ſo um, daß keine Luft von außen hineinkomme. Stellt man nun dieſen Apparat an die Sonne, ſo bemerket man, daß aus der Fläche der Blätter Luftbläschen zum Vorſchein kommen, welche ſich davon ablöſen, nach oben in das Gefäß

fäß aufſteigen, ſich daſelbſt ſammeln, und ſo das Waſſer heraustreiben. So lange die Pflanze friſch und geſund bleibet, dauert die Entwickelung des Sauerſtoffgas im Sonnenlichte fort. Die ſaftigen Pflanzen, die Waſſerpflanzen, die kryptogamiſchen Pflanzen, beſonders der Flußwaſſerfaden (conferua riuularis), und die prieſtley'ſche grüne Materie geben die dephlogiſtiſirte Luft in vorzüglicher Menge. Die zahlreichen Verſuche des Herrn **Ingenhouß** über dieſen Gegenſtand beſtätigen es allgemein, daß zur Entwickelung des dephlogiſtiſirten Gas aus den Pflanzen die Einwirkung des Sonnenlichtes nothwendige Bedingung iſt, und daß ſie dieß Gas deſto reichlicher geben, je heller der Tag iſt, und je mehr die Stellung der Pflanze ſie dem Einfluſſe des Sonnenlichtes ausſetzet; daß ſie im Gegentheil bey Nacht oder im Schatten eine irreſpirable Gasart, obgleich in geringer Menge, ausſtrömen. Hierbey laſſen ſich nun zwey Fälle gedenken, entweder ſtrömt wirklich durch die Einwirkung des Sonnenlichtes auf die Pflanzen das Sauerſtoffgas aus ſelbigen, oder es wird das Waſſer zerſetzt. Das zweyte behaupten beſonders die Antiphlogiſtiker. Am Sonnenlichte wird nämlich von den Pflanzen der Waſſerſtoff aufgenommen, und der Sauerſtoff des Waſſers entlaſſen, welcher in Verbindung der Wärmematerie das Sauerſtoffgas bildet.

Das Sauerſtoffgas unterſcheidet ſich von der atmoſphäriſchen Luft ſehr auffallend, ob es gleich in manchen Eigenſchaften mit dieſer übereinkömmt. Es hat weder Geſchmack noch Geruch und wird vom Waſſer nicht zerſetzt. Es iſt ſpecifiſch ſchwerer als die gemeine Luft; das Verhältniß derſelben zu dieſer iſt nach **Prieſtley** wie 182 : 165; nach **Fontana** wie 160 : 152 und nach **de la Metherie** wie 17 : 16. Zur Unterhaltung des Verbrennens und zur Reſpiration für Thiere iſt ſie weit fähiger als die gemeine Luft. Ein Thier in dieſer eingeſchloſſenen Luft lebt wohl 6 bis 7 Mahl länger, als in einem gleich großen Raume atmoſphäriſcher Luft. Das Verbrennen der verbrennlichen Körper befördert

die dephlogiſtiſirte Luft in einem ſehr hohen Grade. Eine Kerze brennt darin, ehe ſie verlöſcht, 6 bis 7 Mahl länger als in der gemeinen Luft, und mit einer weit größern und glänzenden Flamme und Hitze und mit einem kniſternden Geräuſche. Das glimmende Docht geräth in ſelbiger wieder zur völligen Flamme; Zunderſchwamm, welcher ſonſt nur glimmt, bricht in dieſer Luft in eine Flamme aus; glühende Kohlen verzehren ſich darin weit ſchneller und brennen mit ſtarkem Scheine. Eine zugeſpitzte ſtählerne Uhrfeder, welche vorher an der Spitze glühend gemacht worden, oder an welche man ein Stückchen angezündeten Zunderſchwamm geſteckt hat, verbrennt darin mit vielem Funkenſprühen. Beſonders ſtark und ungemein leuchtend aber iſt die Flamme des darin verbrennenden Phosphors oder Kampfers. Durch ein Löthrohr auf die Flamme einer Kerze geleitet kann man damit eine Hitze hervorbringen, welche der Hitze großer Brennſpiegel und Brenngläſer gleich kömmt. Beſondere Vorrichtungen zum letztern Gebrauch haben **Galliſch** α) und **Göttling** β) angegeben, wobey das Sauerſtoffgas durch den Druck des Waſſers aus einem Gefäße auf die Flamme geleitet wird. Zu größern Schmelzungen mit Sauerſtoffgas haben **Achard** γ) und **Lavoiſier** δ) kleine Oefen beſchrieben. Auch hat der Herr von **Humboldt** ε) einen eigenen Apparat angegeben, vermittelſt des Sauerſtoffgas in unterirdiſchen Gruben bey böſen Wettern und Schwaden derſelben zu reſpiriren, und eine Lampe brennend zu erhalten. Verſchiedene Methoden, reine Luft zu gewinnen, und ſie zur Schmelzung zu benutzen, ſind ſehr vollſtändig von **Ehrmann** ζ) geſammelt worden.

Um die Natur und die Beſchaffenheit dieſer Gasart deſto

α) Verſuch einer Anwendung der dephlogiſtiſirten Luft aufs Löthrohr; in Crells chem. Annal. 1784. S. 31.
β) Beſchreibung verſchiedener Blaſemaſchinen. Erfurth 1784. 4.
γ) Crells neueſte Entdeck. in der Chemie Th. VIII. S. 79.
δ) Hiſtoire de l'Académie de Paris 1783.
ε) Crells chemiſche Annalen 1796. B. II. S. 99. ff. 195. ff.
ζ) Verſuch einer Schmelzkunſt mit Beyhülfe der Feuerluft 1786. gr. 8.

deſto genauer kennen zu lernen, nehme man den Prozeß des Verbrennens mit dem Phosphor im eingeſchloſſenen Raume dieſes Gas auf eben dieſe Art vor, wie in atmoſphäriſcher Luft. Zu dem Ende fülle man einen gläſernen Cylinder mit Queckſilber in einer Schaale, und laſſe ungefähr bis zur Hälfte ſeines Inhaltes Sauerſtoffgas hinein treten. Hierauf bringe man ein Stückchen Phosphor unter den Cylinder, welches in dem Queckſilber empor ſteiget und darauf ſchwimmt, und zünde es mittelſt eines Brennglaſes unter dem Cylinder an. Iſt der Phosphor verbrannt, ſo bringe man wieder friſchen darunter, wiederhohle das Verbrennen u. ſ. f. Hierbey findet man, daß alles eben ſo vorgehet, wie beym Verbrennen in atmoſphäriſcher Luft, nur mit dem Unterſchiede, daß die Stärke des Feuers größer iſt, daß mehr Phosphor in gleichem Raume dieſes Gas verbrennen kann, und daß, wenn hinlänglicher Phosphor iſt angewendet worden, und das Sauerſtoffgas ganz rein war, die Luft ganz und total verſchwindet. Gewöhnlich wird indeſſen ein geringer Rückſtand von Stickgas gefunden, welches damit verbunden war. Die gebildete Phosphorſäure iſt hierbey von eben der Art, wie beym Verbrennen in atmosphäriſcher Luft, und wiegt ebenfalls, und noch ehe ſie zerfließt, mehr als der dazu angewendete Phosphor. Die Zunahme des Gewichtes correſpondiret dem Gewichte des dabey verbundenen Sauerſtoffgas. Nach einer genauen Beſtimmung des Herrn **Lavoiſier** verſchwinden bey dieſer Operation durch das totale Verbrennen 45 Gran Phosphor 138$\frac{3}{4}$ Cubikzoll oder 69, 375 Gran Sauerſtoffgas, und es bilden ſich 114,375 Gr. feſte Phosphorſäure; oder 100 Theile Phosphor verzehren beym Verbrennen 154 Theile Sauerſtoffgas, dem Gewichte nach, und geben dann 254 Theile feſte Phosphorſäure.

Aus dieſer unläugbaren Thatſache iſt die ehemahlige Meinung von der Phlogiſtiſirung der reinen Luft durchs Verbrennen verbrennlicher Körper in ſelbiger völlig widerleget worden. Denn in dieſem Falle wäre es unmöglich, daß

die reine Luft ganz und total verſchwinden könnte, indem allemahl ein Rückſtand von phlogiſtiſirter Luft bleiben müßte. Im Gegentheil wird hierdurch die Meinung aufs vollkommenſte beſtätiget, daß das Sauerſtoffgas durchs Verbrennen verbrennlicher Körper in ſelbigem völlig zerſetzet werde, und daß der eine Beſtandtheil an den verbrennlichen Körper trete, und die Gewichtszunahme desſelben verurſache, die gebundene Wärmematerie aber frey werde, und die dabey entſtehende Hitze bewirke. Nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme beſtehet alſo das Sauerſtoffgas aus Sauerſtoff und Wärmematerie, welche mit jenem chemiſch gebunden iſt. Man hat die Grundlage dieſer Luftart deßwegen Sauerſtoff genannt, weil er die Urſache der Säuerung des verbrannten Phosphors ſeyn ſoll. Man hat aber dieſen Sauerſtoff noch nicht für ſich abgeſondert darſtellen können; daher kann er auch als ein bloß hypothetiſch angenommener Stoff betrachtet werden.

Herr **Göttling** *) hat mit dem Phosphor im Sauerſtoffgas, von deſſen Reinheit er völlig verſichert war, neue Verſuche angeſtellet, aus welchem er die Folge ziehen konnte, daß ganz reines Sauerſtoffgas durch die Einwirkung aus dem Phosphor Stickluft werden kann. Wegen des ſo bekannten Streites über das Leuchten des Phosphors im Stickgas, und der vielleicht baldigen Beendigung desſelben, erfordert es die Abſicht, das Weſentliche von dieſen Verſuchen hier mit beyzubringen, zumahl da ſie vielleicht mehr Licht über das noch bis jetzt ſo räthſelhafte Stickgas verbreiten können. Zu dieſen Verſuchen bediente ſich Herr **Göttling** zuletzt vorzüglich folgender gläſernen Geräthſchaft: er ließ ſich ein gabelförmiges Glasrohr (fig. 80.) a blaſen, das unten bey b mit einer Oeffnung verſehen iſt; an die beyden obern Oefnungen d und e wurde ein anderes an beyden Enden gekrümmtes Glasrohr c angeblaſen. Dieſe ganze Geräthſchaft wurde mit heißem Waſſer angefüllet, und Phos-

*) Beytrag zur Berichtigung der antiphlogiſtiſchen Chemie auf Verſuche gegründet. Stück 2. Weimar 1798. kl. 8. S. 147. f.

Phoſphorſtückchen hineingetragen, welche ſogleich in Fluß kamen, und ſich in der untern angeblaſenen Röhre c ſammelten; es wurde ſo viel Phosphor hineingetragen, daß die Röhre nicht völlig damit angefüllet wurde, ſondern die Luft noch ſehr gut unter dem Phosphor wegſtreichen konnte. Hierauf wurde die Geräthſchaft in ein Gefäß mit kaltem Waſſer gebracht, um den Phosphor zu erſtarren. Nun füllte man ſelbige mit abgekochtem Waſſer an, und füllte in der Luftwanne einen Kolben voll, welcher 1 Unze Waſſer hielt, reine Sauerſtoffluft hinein, verwahrte die untere Oeffnung b recht gut mit einem Kork, und verband alles mit einer feuchten Blaſe. Der Wärmegrad war ungefähr 18 bis 19° Reaum. Hierauf wurde eine Bewegung des Waſſers zu unterhalten angefangen, damit die Luft immer über dem Phosphor hin und her ſtrömen konnte. Nachdem dieſe Bewegung ungefähr eine Stunde lang fortgeſetzet war, ſo fing der Phosphor an zu dampfen, und leuchtete im Dunkeln. Waren hierbey die Dämpfe zu häufig, ſo wurden ſie durch Schütteln mit dem Waſſer in Verbindung gebracht. Während dieſer Zeit wurde das Gefäß verſchiedene Mahl unter ausgekochtem Waſſer geöffnet, wo jedesmahl ein Antheil davon hineinſtieg, bis nach 6 Stunden das Leuchten und das Entſtehen der Dämpfe völlig beendiget war. Jetzt wurde das Gefäß wieder geöffnet, es ſtieg noch ein guter Theil Waſſer hinein, und es blieb etwa der vierte Theil von einer Luft übrig, welche ſich in allen Stücken wie diejenige Luft verhielt, die übrig bleibt, wenn der Phosphor in der atmoſphäriſchen Luft zu leuchten aufgehöret hat. Ein Licht brannte nicht darin, und es wurden auch durch Salpeterluft keine rothen Dämpfe und keine Raumverminderung bemerkbar. Nachdem ſie mit vollkommener Salpeterſäure behandelt worden, wurde der darin enthaltene Phosphor zerſtöret, und in dem Luftraume leuchtete der Phosphor eine Zeitlang wieder, und ſie verhielt ſich übrigens in allen Stücken vollkommen wie phosphorhaltige Stickluft. Dieſer Verſuch wurde noch einige Mahl unter ähnlichen

Umſtänden wiederhohlet, und es verhielt ſich alles eben ſo. Hieraus ſchließt nun Herr **Görtling**, daß das Sauerſtoffgas durch die Einwirkung auf den Phosphor Stickluft werde, und daß daraus unwiderleglich dargethan zu ſeyn ſcheine, daß die wägbare Baſis des Sauerſtoffgas und des Stickgas eine und dieſelbe ſey, und das Stickgas nicht mehr angenommen werden könne.

Mit brennbarer Luft vermiſcht gibt die dephlogiſtiſirte Luft eine ſehr ſtarke Knallluft, welche ſich bey Annäherung einer Flamme oder durch den elektriſchen Funken anzünden läßt, und mit einer heftigen Exploſion abbrennt. Iſt dieſe Verbrennung in verſchloſſenen Gefäßen vorgenommen worden, ſo entſteht alsdann Waſſer, beſonders wenn beyde Gasarten rein geweſen ſind. Auch ſcheint ſich umgekehrt das Waſſer in dieſe beyden Gasarten zerlegen zu laſſen, wie ſchon aus dem im Artikel, **Gas, leichtes brennbares**, angeführtem Verſuche erhellet, und wovon mit mehreren unter dem Artikel **Waſſer** gehandelt werden ſoll. Aus dieſer von **Watt** und **Cavendiſch** gemachten Entdeckung, welche nachher die Antiphlogiſtiker noch weiter verfolgten, glaubte **Watt** ſchließen zu können, daß die dephlogiſtiſirte Luft nichts weiter als ein ſeines Phlogiſtons beraubtes und mit Feuermaterie verbundenes Waſſer ſey. **Lavoiſier** aber und die neuern Chemiker haben hinlänglich bewieſen, daß das Phlogiſton in dem hier angenommenen Verſtande gar nicht nöthig ſey, ſondern daß dieſes Gas aus einer wägbaren Baſis und dem Wärmeſtoffe in innigſter Verbindung mit einander beſtehe, und daß es folglich ein elaſtiſches Medium zwiſchen dem Sauer- und dem Wärmeſtoffe, nicht aber, wie Herr **Gren** glaubt, ſeine elaſtiſche Form vom Wärmeſtoffe abgeleitet ſey. Herr **de Lüc** *) nannte die Bildung des Waſſers durch die Verbindung der brennbaren und dephlogiſtiſirten Luft den erſten Strahl vom wahren Lichte in der Meteorologie. Nachdem er aber über die meteorologiſchen Phänomene nach ſeinen angeſtellten Beobachtun-

*) Neue Ideen über die Meteorologie §. 685.

tungen nachgedacht, und ſie mit jener Idee von der Waſſererzeugung verglichen hatte, ſo blieb er doch am Ende ganz überzeugt, daß dieſe Erzeugung des Waſſers in der Atmoſphäre auf keine Weiſe allgemein anwendbar ſey. Er nimmt überhaupt für die Baſis aller Luftarten das Waſſer an, indem nach ſeiner Vermuthung der Waſſerdampf, welcher aus Waſſer und Feuer beſtehe, durch Beytritt eines dritten die Luftgeſtalt erhalte und daß auf Verſchiedenheit dieſes dritten auch die Verſchiedenheit der Luftgattungen beruhe.

Der Herr **van Marum** ſtellte auch mit der teylериſchen Maſchine Verſuche auf Sauerſtoffluft an, welche mit Queckſilber oder Waſſer geſperrt war; durch den Boden des Cylinders ging nämlich ein Loch, in welchem ſich ein befeſtigter Draht befand, durch welchen der elektriſche Funke in das Queckſilber oder Waſſer aus der Sauerſtoffluft überging. Man fand auf dieſe Art, daß die aus rothem Queckſilberniederſchlage bereitete dephlogiſtiſirte Luft $\frac{1}{20}$ ihres körperlichen Inhalts verlor, ihre Beſchaffenheit aber nicht merklich geändert wurde, wie dieß die Prüfung mit dem Eudiometer lehrte. Dieſer Verſuch wurde mit Kalkwaſſer und mit Lackmustinktur wiederhohlet; allein es erfolgte kein Niederſchlagen, keine Veränderung der Farbe, kein Phlogiſtiſiren der Luft. Beym Herauslaſſen dieſer Luft konnte man den gewöhnlichen Geruch der elektriſchen Materie deutlich bemerken.

Die Sauerſtoffluft macht einen Beſtandtheil der atmoſphäriſchen Luft aus, ohne welche kein Menſch und kein Thier in derſelben leben, kein Verbrennen, kein Verkalken der Metalle u. ſ. f. Statt finden könnte. Nothwendig wird erfordert, daß das Blut von Zeit zu Zeit mittelbar oder unmittelbar mit dem Sauerſtoffgas in Berührung kömmt. Alle diejenigen Operationen, welche man ſonſt phlogiſtiſche Prozeſſe nannte, ſind wahre Zerſetzungen des Sauerſtoffgas; der Sauerſtoff kömmt nämlich zu dem Körper hinzu, da man ſonſt annahm, es gehe Phlogiſton aus dem Körper u. ſ. f.

Gas, flußſpathſaures, ſpathſaures, flußſpathſaure Luft, luftige Flußſpathſäure, flüſſiges Gas, ſpathgeſäuertes Gas (gas fluoris mineralis, gas acidum ſpathoſum, aër acidus ſpathoſus, mephitis fluoris mineralis, gas acidum fluoricum, gas acide ſpathique, air acide ſpathique, gas acide fluorique) iſt eigentlich eine wahre in Luftgeſtalt dargeſtellte Säure, welche aus dem Flußſpathe gewonnen wird.

Prieſtley [α]) war der Erfinder dieſer beſonders merkwürdigen Gasart. Nachdem nämlich **Scheele** Flußſpath mit ſtarker Vitriolſäure deſtillirte, ſo nahm er wahr, daß eine erdige Subſtanz wie ein gepulverter Sand mit überging, und auf dem Waſſer in der Vorlage als eine erdige Rinde ſich bildete, welche er anfänglich für ein durch die Säure verwandeltes Waſſer hielt [β]). Als nun **Prieſtley** hiervon Nachricht erhielt, ſo ließ er ſich von Derbyſhire Flußſpath kommen, den man in England zu Vaſen und Verzierungen der Camine verarbeitet, und ſtellte damit Verſuche an, um die von **Scheele** entdeckte Flußſpathſäure mittelſt des Vitriolöls im Queckſilberapparat in Luftgeſtalt zu erhalten. Er gewann auch wirklich eine Menge von dieſer Gasart, welche, als er Waſſer dazu ließ, von ſelbigem verſchluckt wurde, und auf deſſen Oberfläche eine weiße ſteinartige Rinde bildete. Mannigmahl gelang es ihm, auf dieſe Weiſe ergötzende Erſcheinungen durch dieſe Luft wahrzunehmen: es blieb nämlich bisweilen eine große Luftblaſe, die ſich mit Berührung des Waſſers in eine ſteinartige Kugel bildete, an der Oberfläche des Queckſilbers hängen; eine gleich an eben der Stelle aufſteigende Luftblaſe ſtieß, noch ehe ſich die erſtere unten geſchloſſen hatte, den obern Theil deſſelben hinauf, und dehnte dieſelbe, ſo wie ſie im Waſſer heraufſtieg, der Länge nach aus; ſo folgte eine nach der andern, und ſtieß immer die vorhergehende heraus, bis ſie endlich eine ſteinartige Röhre bildeten,

α) Verſuche und Beobachtungen über verſchied. Gattung. der Luft. Th. II. S. 186.

β) Schwediſche Abhandlungen. B. XXXIII. S. 122 f.

bildeten, welche ſich von der Oberfläche des Queckſilbers bis zur Oberfläche des Waſſers erſtreckte. Da nun auf dieſe Weiſe eine neben der andern aufſtieg, ſo war beynahe das ganze Gefäß damit angefüllt, und ſie ſahen wegen ihrer verſchiedenen Länge faſt wie Orgelpfeifen aus. Dieſe bewundernswürdige Erſcheinung konnte man nachher, da man die Wirkung der Flußſpathſäure auf das Glas genauer entdecket hatte, ſehr leicht und natürlich erklären.

Dieſe Gasart gewinnt man ohne große Mühe auf folgende Art: man bringt klein zerſchlagene Stücken von Flußſpath in ein Glas, das einen eingeriebenen Stöpſel mit durchgehender Röhre beſitzet, und gießet ſtarkes Vitriolöl darauf. Das Gas entbindet ſich anfänglich ohne alle Wärme; nachher aber bey ſehr gelinder Hitze, und kann im Queckſilberapparat aufgefangen werden.

Das flußſpathſaure Gas beſitzet die allgemeinen Eigenſchaften, wie alle übrige Gasarten; iſt aber in ſeinem beſondern Verhalten von dieſen verſchieden. Es wird ſogleich zerſetzt und in weißgrauen Dampf verwandelt, wenn es mit der atmoſphäriſchen Luft in Berührung kömmt, beſonders wenn dieſe feucht iſt. Vom Waſſer wird es ſchnell verſchluckt, und wenn es aus gläſernen Gefäßen gewonnen war, ſo bildet ſich auf dem Waſſer ſogleich eine erdige kieſelige Rinde, welches aber nicht geſchiehet, wenn man es aus metallenen Retorten erhält. Das Waſſer, welches dieß Gas eingeſogen hat, iſt wahre Flußſpathſäure. Es iſt ſpeciſiſch ſchwerer als die atmoſphäriſche Luft, iſt zum Verbrennen der verbrennlichen Körper und zum Athmen ganz untauglich, und tödtet die Thiere ſchnell. Es beſitzet den Geruch der Küchenſalzſäure und den ſauren Geſchmack, und röthet den Veilchenſyrup und die Lakmustinktur. Das Kalkwaſſer wird davon ſogleich getrübet, auch wenn man es aus metallenen Gefäßen gewonnen hat. Ammoniakgas und flußſpathſaures Gas verlieren beyde, wenn ſie zuſammenkommen, ihren luftigen Zuſtand, und bilden einen ſalzigen Niederſchlag.

Alle dieſe Eigenſchaften des flußſpathſauren Gas zeigen hinlänglich, daß es eine Flußſpathſäure iſt, welche durch Einwirkung der Wärmematerie in den Zuſtand einer wahren luftförmigen Flüſſigkeit gebracht worden. Das Waſſer, welches mit dem flußſpathſaurem Gas in Berührung kömmt, nimmt die Baſis, die Flußſpathſäure, auf, und macht den Wärmeſtoff frey. Die Abſetzung der erdigen kieſeligen Rinde auf das Waſſer, wenn das Gas durch gläſerne Gefäße gehet, oder auch ſonſt Kieſelerde beym Flußſpathe war, beweiſet, daß ſelbſt die Kieſelerde durch Hülfe dieſer Säure nicht nur verflüchtiget, ſondern auch damit in einen luftförmigen Zuſtand verſetzt werden könne.

Weil die Flußſpathſäure die einzige unter allen iſt, welche die Eigenſchaft beſitzet, Kieſelerde aufzulöſen, ſo begreift man leicht, daß ſie die gläſernen Gefäße, durch welche ſie gehet, angreife, und einen Theil aufgelöſet mit ſich fortnehme. Wegen der genauern Verwandtſchaft des flußſpathſauren Gas mit dem Waſſer aber wird jenes von dieſem in der Berührung zerſetzt, und die Kieſelerde niedergeſchlagen. Wird dieſer erdige Niederſchlag durch wiederhohltes Abwaſchen von aller anklebenden Säure befreyet, ſo verwandelt er ſich in ein weißes Pulver, welches eben die wahre Kieſelerde iſt.

Prieſtley hielt die flußſpathſaure Luft für eine Vitriolſäure, welche etwas Phlogiſton und die Erde des Flußſpathes bey ſich führe. Es war ihm aber anfänglich unbekannt, daß dieſe erdige Rinde auf dem Waſſer in der Vorlage von aufgelöſeter Kieſelerde herrühre, und daß ſie fehlet, wenn das Gas nicht durch Glas gegangen iſt; auch war es noch nicht ſo völlig erwieſen, daß der Flußſpath eine eigene Säure beſitze. Nachher bemerkte er aber auch, daß dieſes Gas das Glas angreiſe.

Wegen dieſer Eigenſchaft, welche das flußſpathſaure Gas auf das Glas äußert, hat man es in den neuern Zeiten zur Aetzung in ſelbiges angefangen zu gebrauchen. Die Kunſt, ins Glas zu ätzen, war nach Herrn Hofr. **Beckmann** *) ſchon im

*) Beyträge zur Geſchichte der Erfindung. B. II. S. 547.

im Jahre 1670 von dem nürnbergiſchen Künſtler **Heinrich Schwankhard** erfunden worden; eben dieſe Erfindung hat auch ein gewiſſer D. **Pauli** in Dresden im Jahre 1725 gemacht [a]). Nach Herrn **Lichtenberg** iſt das leichteſte Verfahren folgendes: man überzieht das Glas mit einem Aetzgrunde, und radiret hierauf. Alsdann bringt man geſtoßenen Flußſpath in einen Kolben, gießt Vitriolöl darauf, und ſetzt ihn in glühende Aſche. Sobald die weißlichen Dämpfe aufzuſteigen anfangen, denen man einen Zug vom Munde weg geben muß, hält man den radirten Grund darüber, eine Stelle nach der andern, bis die Striche etwas weißlich auszuſehen anfangen, welches bey weichem Glaſe etwa in 10 Minuten zu geſchehen pfleget, ſo iſt die Aetzung vollendet. Auch die nicht radirte Seite muß wenigſtens mit gelbem Wachſe überzogen werden; denn ſonſt würde der flußſpathſaure Dampf herumziehen, und dieſe Seite anfreſſen, wodurch eine matte Darſtellung des Bildes hervorgebracht würde.

Das Verhalten des flußſpathſauren Gas gegen andere Gasarten, iſt noch nicht hinlänglich unterſuchet worden.

Gas, hepatiſches, hepatiſche Luft, ſchwefelleberluft, ſtinkende Schwefelluft, geſchwefeltes Waſſerſtoffgas, gasförmiger ſulphuriſirter Waſſerſtoff (gas hepaticum, aër hepaticus, mephitis hepatica, gas hydrogenium ſulphuratum; gas ou air hépatique, gas hydrogène ſulfuré) iſt eine eigene mephitiſche entzündbare Gasart, die gewöhnlich aus der ſo genannten Schwefelleber erhalten wird.

Bergmann [b]) hat dieſes Gas entdecket, und zuerſt aus der ſo genannten **ſchwarzen Blende**, einem ſchwefelhaltigen Zinkerze, erhalten. Vorzüglich kann man das hepatiſche Gas aus der gewöhnlichen Schwefelleber gewinnen, wenn man dieſe mit einer Säure übergießet; man ſtoße nämlich die Schwefelleber zu einem groben Pulver, fülle damit die Entbindungsflaſche des pnevmatiſchen Apparats, und gieße

[a]) Breslauer Sammlungen. XXXI. Verſ. vom Jahre 1725. S. 107.
[b]) De mineris zinci. §. 8. 9.; in opuſcul. T. II.

gieße eine Säure darauf. Die Glocken auf dem Traggeſimſe der Wanne werden mit warmen Waſſer angefüllt, weil dieſes das Gas nicht ſo ſehr wie das kalte verſchluckt. Durch Queckſilber darf dieſes Gas nicht gelaſſen werden, weil es von jenem zum Theil zerſetzet wird. Auch aus künſtlich bereiteten metalliſchen Schwefellebern erhält man das Gas, wenn man die Theile, welche in die Miſchung kommen, in einer Retorte ſtark erhitzt, bis kein Schwefel mehr aufſteigt, und alsdann Säure übergießt, wie z. B. aus einer Miſchung von gleichen Theilen braun geriebenen Braunſteins und gepulverten Schwefels, aus drey Theilen Eiſenfeil und zwey Theilen Schwefel u. ſ. f. **Gmelin** [α]) erhielt ſelbſt aus der ſpaniſchen Soda mit Schwefel-, Salz- oder Eſſigſäure eine entzündliche Luft, welche hepatiſch iſt, und **Scheele** [β]) entwickelte aus Kohlenſtaub und Schwefel, und aus Baumöl und Schwefel durch ſtarke Hitze eben dergleichen, welche Erfahrung ſchon **van Helmont** [γ]) gemacht hatte. Von Natur entwickelt ſich dieſe Luft aus vielen übelriechenden Waſſern und aus den Körpern der Thiere, deren natürliche Ausgänge eben daher ihren unangenehmen Geruch erhalten.

Es hat dieſes Gas einen ausnehmend ſtarken ſtinkenden Geruch, wie die aufgelöſte Schwefelleber, und iſt zum Athemhohlen ganz untauglich. Ein Licht verlöſcht darin: nähert man aber demſelben in einem Gefäße mit einer weiten Oeffnung einen brennenden Körper, ſo brennt es mit einer röthlich-blauen Flamme, und ſetzt während dieſes Brennens an die Wände des Gefäßes etwas weniges Schwefel ab; ſelbſt der elektriſche Funke bringt es alsdann zum Brennen. Mit drey Mahl ſo vieler atmoſphäriſcher Luft vermiſcht brennt es ſchneller und mit einem Schlage. Die Lakmustinktur und das damit gefärbte Papier röthet es nicht, den Veilchenſyrup aber macht es grün. Das Kalkwaſſer trübt es nicht, wie das kohlenſaure Gas, wenn es

α) Einleitung in die Chymie. Nürnberg 1780. 8. §. 33.
β) Von Luft und Feuer. S. 150 u. f.
γ) De flatibus. §. 7.

es durch daſſelbe hindurchgehet. Wenn man es mit atmoſphäriſcher oder noch mehr mit dephlogiſtiſirter Luft vermiſcht, ſo vermindert ſich der Raum, welchen beyde Luftarten einnehmen ſollten, immer mehr und mehr. Das hepatiſche Gas wird zerſtört, es ſcheidet ſich ein wahrer Schwefel davon ab, und die dephlogiſtiſirte Luft wird ebenfalls zerſetzt. Vom kalten Waſſer wird es nach und nach verſchluckt. Je heißer aber das Waſſer iſt, deſto weniger nimmt es ſolches auf, und eben daher kann man heißes Waſſer ſehr bequem zu ſeiner Entbindung anwenden. Nach **Bergmann** *) nehmen 100 Cubikzoll deſtillirtes Waſſer 60 Cubikzoll hepatiſches Gas in der mittleren Temperatur in ſich auf. Das Waſſer, welches damit imprägniret worden iſt, kömmt mit den friſchen Schwefelbädern überein, dergleichen das aachner iſt, und man kann mittelſt der parkerſchen Glasgeräthſchaft dieſe Waſſer künſtlich nachmachen. Aetzende alkaliſche Laugen ſchlucken das hepatiſche Gas in Menge ein, und bilden damit wieder eine Art von flüſſiger Schwefelleber.

Das hepatiſche Waſſer hat einen ſtarken Schwefellebergeruch, welcher an der Luft nicht ſo leicht wieder verfliegt, einen ſtarken, etwas ſüßlichen ekelhaften Geſchmack, und ſieht klar und helle aus, ſo lange es friſch bereitet iſt, oder in gut verſchloſſenen Gefäßen ohne eingeſchloſſene reſpirable Luft aufbewahret wird. Die Lakmustinktur röthet es nicht, den Veilchenſyrup aber macht es grünlich. Aetzende und kohlenſaure Alkalien, ſo wie das Kalkwaſſer, bringen keine Aenderung darin hervor. Dieſes wird nicht davon getrübt. Wenn man hingegen zur Entwickelung des hepatiſchen Gas eine aus kohlenſauren Alkalien durch Schmelzen bereitete gemeine Schwefelleber angewendet hat, ſo wird alsdann zugleich durch die Säure aus dem Alkali Kohlenſäure entbunden, welche ſodann auch dem Waſſer die Eigenſchaft gibt, die Lakmustinktur zu röthen, und das Kalkwaſſer zu trüben.

Durchs

*) De aquis medicatis calidis arte parandis; in opuſc. Vol. I. S. 229. f.

Durchs Kochen in offenen Gefäßen wird das hepatiſche Gas aus dem Waſſer gänzlich wieder verjagt. Bringt man das hepatiſche Gas in einem verſchloſſenen Raume mit Lebensluft zuſammen, ſo wird dieſe immer mehr und mehr vermindert und zerſetzt. Das Waſſer wird nach und nach trübe, und es ſondert ſich ein wahrer Schwefel daraus ab. Hieraus iſt es zu erklären, warum aus den Schwefelbädern bey Berührung der Luft mit der Zeit ein Schwefel niederfällt, welcher vorher durchs Einkochen des Waſſers nicht zu erhalten ſtand. Der Geruch des hepatiſchen Waſſers wird durch Schwefelſäure nicht abgeändert, welches aber nach **Gingember** durch die ſchweflige Säure erfolgen, und welche auch Schwefel daraus niederſchlagen ſoll.

Das hepatiſche Gas iſt nach **Bergmann** zuſammengeſetzet aus Phlogiſton und Schwefel, welche durch den Beytritt von Wärme die Luftgeſtalt erhalten haben. Alle Stoffe, welche eine große Verwandſchaft zum Phlogiſton beſitzen, wie z. B. die dephlogiſtiſirte Luft, ſcheiden aus ihr Schwefel ab, und werden phlogiſtiſiret. Andere Erklärungen, nach dem Syſtem vom Brennſtoff, findet man von Herrn **Kirwan** bey **Crell** [α]) und von **Cavalleri** in **Grens** Journal der Phyſik [β]). Nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme iſt die Baſis dieſes Gas Schwefel und Hydrogen, und es erfolget die Entſtehung desſelben durch eine Zerſetzung des Waſſers; die Säure bewirket nur in ſo fern geſchwefeltes Waſſerſtoffgas, als ſie mit Waſſer vermiſcht iſt. Bringt man eine ganz trockene Schwefelleber über das Feuer, ſo läßt ſich dieſes Gas nicht gewinnen, ſondern es geht eine Sublimation des Schwefels vor, und das Laugenſalz bleibt zurück; wird aber die Schwefelleber mit Waſſer angefeuchtet, und läßt eben den Grad der Hitze auf ſie wirken, ſo entwickelt ſich nun hepatiſches Gas in großer Menge und

α) Vermiſchte Verſuche mit hepatiſcher Luft in Crells chemiſch. Annal. 1787. B. I. S. 26. f. S. 116. f.

β) Beobachtungen über die Natur und Zuſammenſetzungen des hepatiſchen Gas; in Grens Journal der Phyſik B. II. S. 99. f.

und der Rückſtand iſt vitrioliſirter Weinſtein, weil das Oxygen des Waſſers in Verbindung mit dem Schwefel Schwefelſäure gebildet, und dieſe mit dem Laugenſalze ſich vereiniget hat. Das Hydrogen hingegen hat ſich mit einem Theile des Schwefels zum hepatiſchen Gas verbunden. Eben dieß geſchiehet, wenn Schwefel, Eiſenfeile und Waſſer zuſammen gemiſchet, und dieſe Miſchung gelinde erwärmet wird.

Hieraus läßt ſich nun auch erklären, wie das hepatiſche Gas vom Sauerſtoffgas zerleget werde. Das Hydrogen verbindet ſich nämlich mit dem Sauerſtoff, es entſteht Waſſer, und der aufgelöſte Schwefel wird niedergeſchlagen. Auch durch das hepatiſche Gas wird die atmoſphäriſche Luft zerleget, hierbey verbindet ſich der Sauerſtoff mit dem Waſſerſtoffe des Gas, und es bleibt Stickgas zurück.

Ferner läßt ſich daraus begreifen, auf welche Art hepatiſches Gas in der Natur entwickelt werde. Wenn im Innern der Erde Schwefel, Eiſen und Waſſer in Berührung kommen, ſo erfolget eine Waſſerzerlegung, es entwickelt ſich Wärmeſtoff und es entſtehet hepatiſches Gas. Daher kommen die heißen Quellen, die Schwefelwaſſer, die Vulkane, und die unterirdiſche Wärme. Dieſerwegen findet man auch mitten im Lande keine Vulkane, ſondern beſtändig in der Nähe des Waſſers, weil dieß zur Erzeugung der vulkaniſchen Eruption nothwendig iſt. In den vulkaniſchen Produkten finden ſich Schwefel und Ammoniak häufig; letzteres entſteht aus dem Waſſerſtoff des zerlegten Waſſers und dem Stickſtoff, welchen die verfaulten thieriſchen und vegetabiliſchen Subſtanzen im Meere hergeben.

Die geſchwefelten Körper verändern ſich an der freyen Luft in ſchwefelgeſäuerte Körper durch das Waſſer, welches ſie aus der Luft einſaugen. Dieſe Veränderung wird noch ſchneller befördert, wenn man ſie mit Waſſer befeuchtet; das Waſſer wird zerlegt, und es entſteht hepatiſches Gas mit einer gewiſſen Menge Wärmeſtoff.

Die

Die Antiphlogiſtiker ſind übrigens ſelbſt in der Erklärung der Entſtehung und der Erſcheinung des hepatiſchen Gas nicht einig. Darin ſtimmen ſie miteinander überein, daß die Grundlage dieſes Gas Schwefel und Waſſerſtoffgas ſey. **Fourcroy** und verſchiedene holländiſche Chemiker *) ſind der Meinung, daß die Schwefelleber das Waſſer ſchon an ſich durch die größere Verwandtſchaft des Schwefels mit dem Sauerſtoffe zerſetze; daher verbinde ſich ein Theil des Schwefels mit dem Sauerſtoffe des Waſſers zur Schwefelſäure, welche mit der alkaliſchen Subſtanz der Schwefelleber zum ſchwefelſauren Neutral- oder Mittelſatz zuſammentreten; der frey werdende Wärmeſtoff verbinde ſich mit einem Theile des Schwefels, und bilde die Grundlage des hepatiſchen Gas. Dieſe Grundlage werde aber von dem frey gewordenen Theile des Alkali feſt zurückgehalten, und entlaſſe ſie erſt beym Zuſatz einer Säure, wo ſie nun durch die Einwirkung des Wärmeſtoffs gasförmig werde. Hiernach entſteht alſo das hepatiſche Gas aus der Zerſetzung des Waſſers, und die Säure iſt bloß dazu erforderlich, um die Grundlage desſelben vom Alkali los zu machen. Auch erfolget die Zerſetzung des Waſſers nur ſo lange, bis die alkaliſche Subſtanz mit der erzeugten Grundlage des hepatiſchen Gas geſättiget iſt. Bringt man aber hepatiſches Gas und Sauerſtoff zuſammen, ſo verbindet ſich der Waſſerſtoff des erſtern mit dem Säuerſtoff des andern, und es entſtehet wieder Waſſer, der Schwefel des hepatiſchen Gas wird abgeſchieden, dieß wird alſo zerſetzt, und eben ſo auch das Sauerſtoffgas.

Andere hingegen behaupten ᵝ), daß die Schwefelleber das Waſſer nicht für ſich zerſetze, ſondern erſt in der Verbindung mit einer Säure, deren Wärmeſtoff mit dem Wärmeſtoffe

*) Elém. de chimie. 4. Edit. Tom. II. S. 355. Mémoir. ſur la nature des ſulfures alcalins, par MM. *Deiman*, *Paets van Trooſtwyk*, *Nieuwland* et *Bondt*; im journ. de phyſ. Juin. 1792. S. 409, und in den annal. de chimie. Tom. XIV. S. 294.

ᵝ) Annales de chimie To. XIV. p. 311. ſq.

meſtoffe des Waſſers zuſammentrete, welches mit einem Theile Schwefel das hepatiſche Gas bilde; ein anderer Theil des Schwefels aber werde durch die Aufnahme des Sauerſtoffs vom Waſſer zur Schwefelſäure.

Nach der Theorie des Herrn **Gren** *) iſt die Baſis des hepatiſchen Gas brennbarhaltiger Waſſerſtoff und Schwefel. Durch die Verbindung des Schwefels mit Alkalien und alkaliniſchen Erden erhält nämlich derſelbe das Vermögen, das Waſſer durch Anziehung des Sauerſtoffs zu zerſetzen, was er für ſich allein nicht vermag. So wie alſo Schwefelalkali mit dem Waſſer in Berührung kömmt, ſo entzieht es ihm Sauerſtoff, welcher mit einem Theile des Schwefels zur Schwefelſäure wird, die mit der alkaliſchen Subſtanz in Verbindung gehet, während der Brennſtoff dieſes zur Schwefelſäure werdenden Schwefels an den Waſſerſtoff tritt. Dieſer frey werdende Waſſerſtoff des Waſſers nimmt einen Theil Schwefel auf, und bildet damit die Baſis des hepatiſchen Gas, die aber von dem frey gewordenen Theile des Alkali zurück gehalten, und erſt beym Zuſatze und durch Hülfe der Wärme daraus frey wird, und das Gas entweicht. Wenn auf das trockene Schwefelalkali eine verdünnte Säure gegoſſen wird, ſo iſt es nur das Waſſer der Säure, welches das hepatiſche Gas bilden hilft, und die Säure trägt weiter nichts bey, als daß ſie die Baſis des Gas vom Alkali, wovon ſie aufgelöſet wird, entbindet. Die Zerſetzung des ſchwefelhaltigen Waſſerſtoffgas durch Sauerſtoffgas läßt ſich daraus erklären, daß der Waſſerſtoff und Sauerſtoff ſich dabey anziehen, und Waſſer bilden, wobey der Schwefel niedergeſchlagen wird. Eben dieß iſt der Grund, warum das Waſſer, welches ſchwefelhaltiges Waſſerſtoffgas aufgelöſet enthält, an der freyen Luft Schwefel fallen läßt.

Gas, laugenartiges, flüchtig alkaliſches, flüchtig-alkaliſche Luft, laugenſalzige Luft, urinöſe Luft, Ammoniakgas (gas alcalinum volatile, aër alca-

*) Grundriß der Naturlehre. Halle, 1797. §. 986.

alcalinus, mephitis vrinoſa, gas ammoniacale, gas alcali-volatil, gas ammonical) iſt eine irreſpirable entzündbare mit dem Waſſer miſchbare Gasart, welche man aus dem flüchtigen Laugenſalze erhält.

Prieſtley iſt der Erfinder von dieſer Gasart. Er entwickelte aus dem Hirſchhornſalze und dem flüchtigen Salmiakſalze durch eine bloße Erwärmung mit der Lichtflamme eine luftförmige Flüſſigkeit, welche ſich zwar von allen übrigen Gasarten auffallend unterſcheidet, und welche noch einen Antheil von fixer Luft enthielt. Nach mehreren Verſuchen fand er aber Methoden, ſie reiner zu gewinnen.

Dieſe Gasart erhält man am beſten, wenn man recht ſtarken ätzenden Salmiakgeiſt in einer gläſernen Retorte, welche mit dem Queckſilberapparate in Verbindung iſt, durch die Flamme einer Lampe gelinde erhitzt. Das Ammoniak des Salmiakgeiſtes tritt mit dem Wärmeſtoffe in Luftgeſtalt aus dem Waſſer und geht als ſolche in die Auffangeglocke über. Die Deſtillation wird geendet, wenn wäſſerige Dämpfe überzugehen anfangen, zu deren Abſonderung man auch mit Vortheil eine Mittelflaſche mit dem Apparate verbindet.

Es beſitzet dieſes Ammoniakgas einen durchdringenden, faſt erſtickenden Geruch, welcher in allen mit dem Geruch des ätzenden Salmiakgeiſtes übereinkommt, und einen ganz ähnlichen ſcharfen, ätzenden, urinöſen Geſchmack. Den Veilchenſyrup macht es ſogleich grün, das angefeuchtete Curcumapapier braun, und das Fernambucpapier violett. Vom Waſſer wird es augenblicklich und gänzlich verſchluckt, und aufgelöſet, wobey ſich Wärme erzeuget. Iſt das deſtillirte Waſſer damit geſättiget, ſo wird dieſes dem ätzenden Salmiakgeiſte vollkommen ähnlich; daher kann man das Waſſer zu ſeiner Sperrung ſchlechterdings nicht anwenden. Eis ſchmelzt in demſelben gleichfalls ſehr ſchnell, und wird dann auch zum Salmiakgeiſte, wobey ſich Kälte erzeuget. Zum Athemhohlen iſt es ganz untauglich und den Thieren tödtend. Es dient nicht zur Unterhaltung des Feuers, ſo lange die reſpira-

ſpirable Luft von ihm ausgeſchloſſen bleibt. Beym hinlänglichen Zugange der letztern aber iſt es ſelbſt entzündbar und verbrennlich. Nach **Prieſtley** vergrößert der elektriſche Funke ſein Volumen und verwandelt ſich in brennbare Luft. Verſchiedene glauben, daß dem Ammoniakgas die Entzündbarkeit nicht weſentlich zukomme, ſondern zeige ſich nur, wenn es aus einem mit vielem Brennſtoffe verſehenen Laugenſalze verſetzt worden ſey. Es iſt leichter als atmoſphäriſche Luft, und es wiegt ein pariſer Cubikzoll davon bey 10° Raum. und 28 Zoll Barometerhöhe 0,27488 Grän. Durch die Hitze wird es mehr als die atmoſphäriſche Luft ausgedehnt. Mit den reſpirablen Luftarten, ſo wie mit dem Stickgas und dem hepatiſchen Gas vermiſcht es ſich, ohne zerſetzt zu werden.

Mit den ſauren Luftarten verbindet es ſich in dem Augenblicke der Berührung in einen feſten weißen Salmiak. Zur Sättigung werden hierbey auf zwey Maß Ammoniakgas zwey Maß ſalzſaure Luft, von der vitriolſauren ein Maß und von rothen Salpeterdämpfen $\frac{2}{3}$ Maß erfordert. Auch die Säuren in flüſſiger Geſtalt verſchlucken das Ammoniakgas, und werden dadurch in wahre Salmiakauflöſungen verwandelt, wobey viel Wärme entſtehet. Mit der Luftſäure wird das Ammoniakgas zu einem milden, flüchtigen Alkali, welches ſich in kryſtalliniſcher Form an die Wände des Gefäßes anleget.

Wenn das Gemiſch von Ammoniakgas und Sauerſtoffgas angezündet wird, ſo zerſetzen ſich beyde Gasarten, und das Produkt des Verbrennens iſt Waſſer und Stickgas. Es iſt alſo das Ammoniak zuſammengeſetzet aus dem Waſſerſtoffe und Stickſtoffe. M. ſ. **Laugenſalze.**

Aus den Eigenſchaften des Ammoniakgas erhellet hinlänglich, daß das Ammoniak mit dem Wärmeſtoffe chemiſch verbunden ſey. Die Wärme wird frey, wenn Waſſer, Säuren u. ſ. f. ſich mit dem Ammoniak verbinden. Selbſt das Eis macht Wärme frey, das Schmelzen desſelben aber bindet ſie wieder und noch mehr dazu, daher entſteht Kälte. Es iſt ferner hieraus klar, warum man das Ammoniak nicht

in feſter Geſtalt darſtellen kann, indem es ſich alle Zeit entweder in Verbindung mit Waſſer in tropfbarer, flüſſiger Form oder in Luftgeſtalt zeigt.

Gas, mephitiſches, Kalkgas, wildes oder weiniges Gas, fixe Luft, künſtliche Luft, mephitiſche Säure, Luftſäure, Kreidenſäure, Sauerluft, kohlenſaures Gas, kohlengeſäuertes Gas, Kohlenſäure, luftſaures Gas (gas mephiticum, calcareum, ſylueſtre, vinoſum, mephitis vinoſa, aër fixus, aër factitius, acidum mephiticum, acidum aëreum ſ. atmoſphaericum, acidum cretae, gas acidum carbonicum, gas aëreum, gas mephitique, calcaire, air fixe, acide mephitique, acide crayeux, gas acide carbonique) iſt diejenige irreſpirable, mit Waſſer miſchbare Gasart, welche ſich aus der weinigen Gährung und aus den milden Laugenſalzen und alkaliſchen Erden durch Säuren entwickelt.

Außer der atmoſphäriſchen Luft iſt wohl dieſe die erſte, welche den Menſchen bekannt geworden iſt; die **erſtickenden Schwaden** oder die **böſen Wetter** der Bergleute rühren daher, welche man ſonſt den unterirdiſchen Dünſten zuſchrieb, welche die Luft umher verbreitete. Um die Mitte des 16ten Jahrhunderts bemerkte auch **van Helmont**, daß man auch einen ſolchen erſtickenden Dunſt über der Oberfläche gährender Körper finde, und benannte ſelbigen mit gas vinoſum. Außer andern von **Boyle** angeſtellten Verſuchen über die Luftentwickelung aus verſchiedenen Körpern, ſtellte er auch einen mit gepulverten Korallen und Auſternſchalen an, und erhielt aus dieſen in deſtillirten Weineſſig gebrachten Körpern eine Luftart, welche er **künſtliche Luft** nannte. Damahls hielt man ſie aber, ſo wie andere von **Boyle** entwickelte Gasarten, als gemeine Luft, welche ihre Elaſticität verloren habe, und ſich als Element in der Grundmiſchung der Körper finde. Erſt im Jahre 1755. wurden die von **Boyle** angefangenen Verſuche durch Dr. **Black** fortgeſetzet; dieſer fand, daß ſich eben dieſelbe Luft aus allen kalkartigen und laugenartigen Körpern gewinnen ließ. Er gab ihr den

Nahmen

Nahmen fixe **Luft**, weil er der Meinung war, daß ſich dieſe Luft vor der Entwickelung in den Körpern im gebundenen oder eingeſchloſſenen Zuſtande befände. Man hat dieſen Nahmen fixe Luft nachher zwar allen aus Körpern ſich entwickelten Gasarten gegeben, da man aber immer mehr und mehr davon überzeuget wurde, daß unmöglich die aus den Körpern ſich entbindende Luft in ſelbigen vor der Operation gleichſam im zuſammengepreßten Zuſtande enthalten ſeyn könnte, ſo behielt nur das luftſaure Gas im eingeſchränkten Verſtande den Nahmen fixer Luft, welchen auch **Prieſtley**, der die verſchiedenen Luftgattungen in ihren weſentlichen Unterſchieden weit genauer als alle ſeine Vorgänger beſtimmte, dieſer Luftart gab.

Das kohlenſaure Gas läßt ſich auf mannigfaltige Art gewinnen: 1) aus thieriſchen und vegetabiliſchen Subſtanzen bey der trockenen Deſtillation thieriſcher Körper und ihrer Theile, bey der trockenen Deſtillation der Gewächſe und ihrer Produkte, beym Durchgange glühender Waſſerdämpfe durch thieriſche und vegetabiliſche Kohle, beym Verbrennen der vegetabiliſchen Subſtanzen und ihrer Kohle, bey der weinigen, ſauren und faulen Gährung, bey Zerſetzung aller organiſchen Stoffe durch Salpeterſäure, beym Athemhohlen warmblütiger Thiere, wo man es in der ausgehauchten Luft alle Zeit antrifft; 2) aus mineraliſchen Subſtanzen beym Verbrennen der Erdharze und des Reißbleyes, beſonders aber aus allen rohen Kalkerden durchs Brennen derſelben und Auflöſen in Säuren.

Die gewöhnlichſte und leichteſte Methode, das luftſaure Gas zu erhalten, iſt dieſe: man ſchüttet eine Quantität einer flüſſigen Säure, wie verdünnte Schwefelſäure, in die Entbindungsflaſche, bringt die Mündung der Seitenröhre unter den Trichter der Wanne des pnevmatiſchen Apparats, ſchüttet gepulverte Kreide ſo in die Flaſche, daß nichts in der Mündung hängen bleibt, und das Zuſchließen verhindern könne; hierauf verſtopft man die Flaſche gehörig, und läßt durch das erſte Aufbrauſen die in der Flaſche und Röhre enthaltene

atmoſphäriſche Luft beſonders austreten, und fängt dann das aufſteigende Gas in der Vorlage auf.

Von Natur findet ſich das kohlenſaure Gas in Gruben, Höhlen, Brunnen und andern Orten, wo kein Luftzug Statt hat, und an welchen es durch natürliche Verbrennungen und Gährungen, z. B. in der Nachbarſchaft der Vulkane und der Schwefelkieſe u. d. gl. erzeuget werden kann. So iſt z. B. die bey Neapel liegende ſo genannte **Hundsgrotte** wegen des auf ihrem Boden liegenden kohlenſauren Gas, das aus den Ritzen und Spalten der Erde hervordringt, bekannt. Die Thiere, welche dahin kommen, ſterben unter heftigen Zuckungen, oder werden wenigſtens auf einige Zeit der Empfindung beraubt, und die hineingebrachten Fackeln und Lichter verlöſchen. Der Dampf der ausgelöſchten Lichter verbreitet ſich in der etwa 14 Zoll hohen kohlenſauren Gasſchichte über dem Boden, und ſinkt, wenn er zur Höhle hinausgetrieben wird, in der atmoſphäriſchen Luft nieder, worin ſonſt der Rauch empor ſteiget. Der Boden in der Höhle hat viele warme Quellen, Ausbrüche von Dampf u. ſ. f. und nahe dabey iſt die bekannte Solfatara, eine ganz ſchwefelige und ſtets dampfende Gegend. Auch die erſtickenden Schwaden in den Gruben legen ſich auf das Liegende, ſo wie die brennbaren Dämpfe am Hangenden ſchweben. Von eben der Beſchaffenheit ſind auch die erſtickenden Schwaden in den Kellern, wo Bier und Moſt in Gährung gerathen ſind. Man kann daher bey gährenden Materien das kohlenſaure Gas auf eine ſehr leichte Art gewinnen. **Prieſtley** gebrauchte dieß Mittel bey ſeinen erſten Verſuchen in einem bey ſeiner Wohnung nahe gelegenen Brauhauſe. Gemeiniglich befindet ſich eine 9 bis 12 Zoll hohe Schichte von kohlenſaurem Gas über dem Gebräude, wenn es in dem Kübel zu gähren anfängt. In dieſe braucht man nur eine Flaſche mit aufwärts gekehrter Mündung aufzuhangen; das kohlenſaure Gas wird ſich alsdann von ſelbſt durch ſeine Schwere in die Flaſche begeben, und die atmoſphäriſche Luft herausdrängen.

Auch

Auch in der Atmoſphäre befindet ſich ein kleiner Antheil von kohlenſaurem Gas, welches gemeiniglich auf $\frac{1}{10}$, nach **Lavoiſier** aber auf $\frac{1}{100}$ geſetzet wird. **Fontana** und **de la Metherie** *) haben dieß geläugnet, und zum Grunde angeführet, daß das Kalkwaſſer von der atmoſphäriſchen Luft nicht getrübet werde, da doch $\frac{1}{200}$ kohlenſaures Gas mit gemeiner Luft vermiſcht dieſe Wirkung hervorbringe. Allein es iſt genugſam bekannt, daß das Kalkwaſſer an der freyen Luft, ſo wie der gebrannte Kalk ſelbſt Veränderungen erleidet, welche ganz allein von dem in der Atmoſphäre befindlichen kohlenſauren Gas herrühren. Selbſt der Herr **de Sauſſüre** fand ſogar auf der Spitze des Montblanc noch einige Wirkung des kohlenſauren Gas auf das Kalkwaſſer, indem ſich dieſes, da es etwa $\frac{3}{4}$ Stunden an der Luft geſtanden hatte, mit einem regenbogenfarbenen Häutchen überzogen hatte. Er überzeugte ſich von der Gegenwart des kohlenſauren Gas in der Atmoſphäre noch mehr dadurch, daß er äzendes Gewächslaugenſalz in der Atmoſphäre ſättigte. Er nahm nämlich Papierſtreifen, tauchte ſie in das Laugenſalz, und ſetzte ſie $1\frac{1}{2}$ Stunde auf dem Gipfel des Berges der freyen Luft aus. Dieſe Streifen brauſeten mit den Säuren, da ſie aus der Flaſche kamen, nicht, nachdem ſie aber an der Luft trocken geworden waren, ſo nahm er mit den Säuren ein ſtarkes Brauſen wahr, welches offenbar die Gegenwart der Luftſäure bewies, die in der Atmoſphäre als Gasgeſtalt ſelbſt in einer Höhe von 2400 Toiſen über der Meeresfläche ſich mußte aufgehalten haben. **Lamanon** und **Mongez** fanden auf der Spitze des Pik von Teneriffa auf dem Kalkwaſſer kein Häutchen, nachdem ſie ſolches den Dämpfen des Vulkans ausgeſetzet hatten; mit äzendem Gewächsalkali aber hatten ſie dieſen Verſuch nicht angeſtellet β).

*) Eſſay ſur l'air pur et les différentes eſpèces d'air. Paris, 1785. 8.

β) Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. Bd. IV. St. 2. S. 51. aus *Rozier* journ. de phyſ. 1786.

Es iſt dieſes Gas ſpecifiſch ſchwerer als die atmoſphäriſche Luft; nach **Bergmann** iſt ſein Verhältniß zu dieſer wie 3:2, nach **Lavoiſier** aber 561:455, und es wiegt ein Cubikzoll par. bey 10° Reaum. und 28 Zoll Barometerhöhe 0,68985 Gran. Es ſinkt daher in der atmoſphäriſchen Luft gegen den Boden, welches zu mancherley beluſtigenden Verſuchen Anlaß gibt, dergleichen **Dûc de Chaulnes** *) vor der Akademie zu Paris angeſtellet hat.

Nach dem neuern Syſteme iſt die Baſis des kohlenſauren Gas Kohlenſtoff und Sauerſtoff, mithin die Kohlenſäure, welche durch Einwirkung der Wärme eben in kohlenſaures Gas umgeſchaffen wird. Bey dem Druck und der Temperatur unſerer Atmoſphäre, wobey wir leben, iſt die Kohlenſäure gasförmig; bey ihrem Erzeugen und Freywerden nimmt ſie alſo ſogleich die Gasgeſtalt an. Von dem kalten Waſſer, Kalkwaſſer und von der Aetzlauge wird dieſes Gas zerſetzt, indem ſich ſeine Baſis damit verbindet, welche dadurch vom Wärmeſtoffe getrennt wird. Kaltes Waſſer kann etwa ein gleiches Volumen vom kohlenſauren Gas einſaugen. Dieſes kohlenſaure Waſſer beſitzet einen ſchwach ſäuerlichen Geſchmack, färbt die Lackmustinktur roth, und wirft Blaſen, wenn man es ſchüttelt. Dieſes Waſſer hat eine ſehr groſze Aehnlichkeit mit dem natürlichen Sauerbrunnen, dergleichen das Pyrmonter-, Selter-, Eger-Waſſer u. a. m. ſind, welche ſich aber doch von einander ſelbſt, als auch von reinem kohlenſauren Waſſer durch andere aufgelöſete Beſtandtheile unterſcheiden. Alle Kohlenſäure kann aber durch Erhitzung oder Kochen aus dem Waſſer wieder als Gas ausgetrieben werden, ſo wie auch durch die Luftpumpe. Das kohlenſaure Waſſer hat ſelbſt durch die Kohlenſäure die Fähigkeit erhalten, auch andere Subſtanzen, als Erden, Eiſen u. ſ. f. aufzulöſen, welche es für ſich nicht auflöſen kann, wovon die kohlenſauren Stahlbrunnen Beyſpiele geben. Um die Anſchwängerung des Waſſers mit der Kohlenſäure bequem zu verrichten, dienet die ſo genannte **parkerſche Glasgeräthſchaft**. M. ſ. Geſund-

*) Mém des Savaus étrangers 1778.

ſundbrunnen, parkerſche Maſchine. Auch macht die Kohlenſäure einen Beſtandtheil der ſo genannten mouſſirenden Weine und der Bouteillenbiere aus, woher das Schäumende, wie beym Champagnerweine, entſtehet, und bildet ſich bey jeder Weingährung, wo ſie im Gäſcht enthalten iſt. Uebrigens läßt ſie ſich aus allen Körpern, in welchen ſie einen Beſtandtheil ausmacht, durch Glühen im Feuer austreiben, und darauf beruhet das Brennen des Kalkes.

Das kohlenſaure Gas löſcht das Feuer ſchnell aus. Schießpulver läßt ſich in ſelbigem nicht entzünden, und eine brennende Kerze oder Kohle verlöſcht darin ſogleich. Zum Athemhohlen iſt es ganz untauglich, und Thiere ſterben darin mit Zuckungen. Mit den reinen Alkalien und der reinen Kalkerde verbindet ſich die Baſis des kohlenſauren Gas oder die Kohlenſäure ſehr gern, und beyde verlieren dadurch ihre Aeßbarkeit, und verwandeln ſich in Neutral- und Mittelſalze. Miſcht man kohlenſaures Gas zum Kalkwaſſer, ſo wird dieſes ſogleich getrübet, weil die darin aufgelöſete reine Kalkerde die Kohlenſäure aufnimmt, und ſich dadurch in kohlenſaure Kalkerde verwandelt, welche als ſolche im Waſſer nicht auflösbar iſt. Ein Ueberſchuß von Kohlenſäure macht aber doch die kohlenſaure Kalkerde wieder im Waſſer auflöslich, oder, welches einerley iſt, kohlenſaures Waſſer löſet die kohlenſaure Kalkerde auf. Dieſe Auflöſung wird durch Kochen zerſetzt. Die Kalkerde hat gegen die Kohlenſäure nähere Verwandtſchaft als die Alkalien dagegen haben, und jene entziehet daher dieſelbe den kohlenſauren Alkalien und macht ſie ätzend. Kalkwaſſer wird eben daher vom kohlenſauren Alkali ſogleich getrübt. Ammoniakgas und kohlenſaures Gas geben bey ihrer Berührung ſogleich eine feſte Materie, kohlenſaures Ammoniak.

Anfänglich, als **Prieſtley** die verſchiedenen Luftarten beſtimmter aus einander zu ſetzen ſuchte, hielt man dafür, daß der ſaure Geſchmack des kohlenſauren Waſſers von einem Theile der Vitriolſäure herrühre, welche man zur Entwickelung des kohlenſauren Gas gebrauchet habe, und von welcher

 ſich

ſich etwas mit demſelben verbunden habe. Allein die Verſchiedenheit des Geſchmacks vom kohlenſauren Waſſer mit dem von der Vitriolſäure, und die Verſuche mit kohlenſaurem Gas, welches aus der edinburgiſchen Magneſia durchs Feuer entwickelt war, und gleichwohl dem Waſſer eben dieſen Geſchmack gab, widerlegten dieſe Meinung bald. Auch bewies **Bewley** α) durch entſcheidende Verſuche, daß die Säure des kohlenſauren Gas demſelben nicht bloß beygemiſcht ſey, weil alkaliſche Auflöſungen nicht allein den ſauren Antheil von dieſem Gas verſchluckten, ſondern die ganze Luft. Auch war man nicht vermögend, an ſelbigem mit irgend einer der bekannten Säuren eine Aehnlichkeit zu finden; daher betrachtete er die Säure des kohlenſauren Gas als eine eigene, wie ſchon **Bergmann** β) dargethan hatte, und gab ihr deßwegen den Nahmen mephitiſche Säure.

Andere, als z. B. **Sage**, hielten die Kohlenſäure für eine Salzſäure, die durch die Digeſtion über Sand mit Oel getränkt flüchtig geworden ſey. Allein **Dûc de Chaulnes** und **Achard** γ) erwieſen, daß faſt keine einzige Eigenſchaft der nach **Sage** behandelten Salzſäure mit der Kohlenſäure übereinkomme.

Noch andere, und vorzüglich **Macquer**, hielten dafür, die Kohlenſäure ſey eine aus reiner Luft und Phlogiſton zuſammengeſetzte Subſtanz, ſo daß die phlogiſtiſirte Luft gleichſam zwiſchen der Kohlenſäure und der reinen Luft das Mittel hielte. Zum Beweiſe führen ſie an, daß ſich die im Waſſer geſchüttelte kohlenſaure Luft zuerſt der phlogiſtiſirten nähere, zuletzt aber immer mehr die Natur der reinen Luft annehme. Prieſtley hingegen hat dieſer Behauptung widerſprochen; denn eine bloß durch Phlogiſton verdorbene Luft zeige keine Eigenſchaften einer Säure, ſey leichter als reine Luft, und verbinde ſich nicht gern mit dem Waſſer; das kohlenſaure Gas aber habe die

α) Prieſtley Verſuche und Beobachtungen ꝛc. Bd. II. im Anhange Numero I.
β) De acido aëreo; in ſ. opuſc. phyſ. et chym. Vpſal. 1779. 8.
γ) Chymiſch-phyſikal. Schriften. Berlin, 1780. S. 305-328.

die gerade entgegengeſetzten Eigenſchaften, und überdieß laſſe ſich nie phlogiſtiſirte Luft durch mehreren Zuſatz von Phlogiſton in kohlenſaure Luft verwandeln. Scheele *) hält vielmehr das kohlenſaure Gas vom Phlogiſton ganz frey, die verdorbene Luft für phlogiſtiſch, und die Feuerluft für eine mit Phlogiſton geſättigte Luftſäure. Dieſe ſeine Behauptung gründet ſich vorzüglich auf den von ihm angenommenen Satz, daß die brennbare Luft durchs Athmen vom Phlogiſton frey werde, indem der thieriſche Körper durch dieſe Naturoperation das Phlogiſton aufnehme. Allein, wenn die durchs Athmen verdorbene Luft gleiche Eigenſchaften mit derjenigen beſitzet, welche durch Verbrennung oder andere phlogiſtiſche Proceſſe verdorben iſt, ſo muß ſie doch auch wohl mit dieſer auf einerley Art, nach damahliger Behauptung, durch Annahme, nicht durch Entziehung des Phlogiſton verdorben ſeyn.

Prieſtley vermuthete, daß die bey den ſo genannten phlogiſtiſchen Proceſſen erhaltene kohlenſaure Luft nicht erzeuget, ſondern aus der gemeinen Luft durch das Phlogiſton niedergeſchlagen werde. Dieſe Vermuthung wird aber durch folgenden Verſuch unmittelbar widerleget: man fülle eine gläſerne Glocke mit Kalkwaſſer an, und ſetze ſie über Kalkwaſſer. Nachher laſſe man durch das Kalkwaſſer Sauerſtoffgas unter die Glocke treten, und bringe Salpeterluft hinzu. Das Volumen der beyden Luftarten wird ſich vermindern, weil, wie **Prieſtley** annimmt, das Phlogiſton der Salpeterluft ſich mit der Lebensluft verbindet. Aber das Kalkwaſſer wird nicht im mindeſten getrübt, und es entſteht folglich kein kohlenſaures Gas.

Kirwan glaubte vormahls, daß das kohlenſaure Gas aus Lebensluft und brennbarem Gas beſtehe, welches letztere er für das reine Phlogiſton hält. Dagegen führen aber die Antiphlogiſtiker folgenden Verſuch an: Es wird in einer kleinen Flaſche brennbares Gas aus Eiſenfeil und Vitriolſäure entwickelt, ſo wie es nun aus der gekrümmten Röhre kommt, entzündet und brennend unter eine mit dephlogiſtiſirter Luft an-

*) Vom Feuer und Luft. §. 93.

angefüllte Glocke, die mit Kalkwaſſer geſperret iſt, gelaſſen. In der Glocke brennt es nun mit einer größern und hellern Flamme; die dephlogiſtiſirte Luft nimmt nach und nach ab, und das Kalkwaſſer ſteigt unter der Glocke in die Höhe. Endlich hört das Gas zu brennen auf, und die Glocke wird beynahe ganz mit Kalkwaſſer angefüllt. Allein man bemerkt dabey nicht im mindeſten, daß dadurch das Kalkwaſſer getrübet werde. Mithin iſt auch durch die Verbindung der brennbaren Luft mit der dephlogiſtiſirten keine kohlenſaure Luft entſtanden. Auch hat nachher Herr Kirwan dieſe Meinung ſelbſt verlaſſen, und das antiphlogiſtiſche Syſtem in den meiſten Stücken angenommen.

Ueberhaupt iſt man in Beſtimmung über das Weſen und den eigentlichen Urſprung des kohlenſauren Gas ſonſt nicht glücklich geweſen. Die meiſten Chymiker und Naturforſcher verfielen in den Fehler, daß ſie dieſes Gas mit dem dephlogiſtiſirten für einerley hielten, welches um ſo mehr zu verwundern iſt, da ſie ſchon hinlänglich die Eigenſchaften des erſtern von den des andern ganz verſchieden fanden. In den neuern Zeiten iſt man hierin glücklicher geweſen, wie bereits ſchon aus dem oben Angeführten erhellet, und noch mehr aus Folgenden erhellen wird.

Wenn Kohlenſtaub, welcher einige Zeit der freyen Luft ausgeſetzet geweſen iſt, in verſchloſſenen Gefäßen über Feuer gebracht wird, ſo erhält man dadurch nichts weiter als Kohlenſaures Gas und Waſſerſtoffgas, es mog dieſe Operation auch noch ſo lange fortgeſetzet, und das Feuer noch ſo ſehr verſtärket werden. Der Rückſtand iſt nichts weiter als wahre Kohle mit allen ihren Eigenſchaften, außer daß ſie etwas von ihrem Gewichte verloren hat. Wird dieſe gereinigte Kohle wiederum einige Zeit der Luft ausgeſetzet, ſo nimmt ſie beynahe ihr voriges Gewicht wieder an, und gibt bey wiederhohlter Operation abermahls kohlenſaures Gas und Waſſerſtoffgas. Wenn man den Verſuch mit der rückſtändigen Kohle immerfort wiederhohlet, ſo geht jedes Mahl etwas mehr von dem Gewichte verloren, bis ſie zuletzt ganz in dieſe beyden

Gas-

Gasarten zerleget iſt. Sie machen aber zuſammen drey Mahl das Gewicht der Kohle aus, welche ſie hervorgebracht hat. Hieraus folgt alſo, daß jedes Mahl die Kohle, als ſie der Luft iſt ausgeſetzet worden, etwas aus ſelbiger angenommen haben müſſe, was Sauerſtoff zum kohlenſauren Gas, und Waſſerſtoff zum Waſſerſtoffgas hergegeben hat, und dieß iſt Waſſer geweſen, welches durch die Einwirkung der Hitze in die beyden Beſtandtheile iſt zerleget worden.

Wenn man die calcinirte Kohle einer völlig trockenen Luft ausſetzet, ſo gibt ſie kein Waſſerſtoffgas mehr, hingegen aber etwas Sauerſtoffgas; legt man ſie aber in Waſſer, ſo erhält man daraus Waſſerſtoffgas in einer weit größern Menge, als wenn ſie bloß der freyen Luft ausgeſetzet geweſen iſt. Die ganz trockene, völlig waſſerfreye Kohle gibt weder kohlenſaures Gas noch Waſſerſtoffgas. Daraus erhellet alſo, daß die Baſis des kohlenſauren Gas der Kohlenſtoff und der Sauerſtoff iſt.

Vorzüglich aber hat man ſich in den neuern Zeiten mit der Zerlegung des kohlenſauren Gas beſchäftiget, und den Kohlenſtoff als einen ſeiner Beſtandtheile daraus zu entwickeln geſucht. Weil aber der Kohlenſtoff in der Temperatur des Glühens eine nähere Verwandtſchaft zum Sauerſtoffe hat, als andere einfache verbrennliche Stoffe dagegen haben; ſo ſieht man wohl ein, daß die Zerſetzung dieſes Gas ſo leicht nicht iſt. Sehr wahrſcheinlich läßt ſich aber dieſe Zerſetzung durch zuſammengeſetzte Verwandtſchaften bewerkſtelligen; wenigſtens bringt ſie die Natur bey der Vegetation der Pflanzen täglich zu Stande.

Die Wiederherſtellung der Kohle aus der Kohlenſäure iſt Herrn **Smithſon Tennant** *) gelungen. Er nahm hierzu eine beſchlagene Glasröhre, welche an dem einen Ende verſchloſſen war, brachte darein zuerſt etwas weniges Phosphor, und darauf etwas fein gepulverten Marmor, verſtopfte die Röhre, doch nicht ganz genau, und erhitzte ſie bis zum Roth-

*) Philoſoph. transact. 1791. Vol. LXXXI. p. 182. ſqq. Ueber die Zerlegung der Luftſäure; in Grens Journal der Phyſ. B. VI. S. 229 f.

Rothglühen einige Minuten lang. Nach dem Zerbrechen der erkalteten Röhre fand er darin ein ſchwarzes Pulver, welches aus Kohle mit phosphorſaurer Kalkerde und Phosphor mit gebrannter Kalkerde beſtand. Ward nun die phosphorſaure Kalkerde durch Auflöſung in einer Säure und durch Filtriren, der Phosphor aber durch Sublimation davon geſchieden, ſo blieb eine Kohle zurück, welche ſich von der Kohle der vegetabiliſchen Materien in keiner Rückſicht mehr unterſcheiden ließ. Nach Herrn **Tennant** findet die Wiedererzeugung der Kohle folgender Maßen Statt, der Kohlenſtoff werde, ob er gleich eine weit größere Verwandtſchaft, als der Phosphor gegen den Sauerſtoff hat, gleichwohl durch die Summe der Verwandtſchaften des Phosphors gegen den Sauerſtoff, und der Phosphorſäure gegen die Kalkerde, vom Sauerſtoffe getrennt.

Nach Herrn **Pearſon** [a]) gelingt die Zerſetzung des kohlenſauren Gas noch leichter und beſſer mit kohlenſaurem Mineralalkali und Phosphor, wenn man zwey Theile des letztern mit acht Theilen des erſtern, welches ſeines Kryſtalliſationswaſſers völlig beraubt worden iſt, in einer Glasröhre einer ſtarken Rothglühehitze ausſetzet. Hierbey bildet ſich Kohle und phosphorſaures Mineralalkali.

Das kohlenſaure Gas hält mehr oder weniger Waſſer in ſich. Wenn über dem Queckſilberapparat durch dieſes Gas elektriſche Funken gelaſſen werden, ſo wird ſein Volumen bis auf $\frac{1}{24}$ des Ganzen größer, der Leiter ſäuret ſich, wenn er von Eiſen iſt, ſetzt auf dem Queckſilber ein ſchwarzes Pulver ab, und das kohlenſaure Gas wird mit Waſſerſtoffgas vermiſcht. Dieſe Phänomene ſuchen die Antiphlogiſtiker aus der Zerlegung des Waſſers herzuleiten. Das hierdurch erzeugte Waſſerſtoffgas iſt die Urſache der Vermehrung des Luftvolumens.

Diejenigen, welche das Waſſer für die Baſis aller Luftarten halten, nehmen die Luftſäure für eine einfache Subſtanz,

[a]) Experiments made with the view of decompounding fixed air by *G. Pearſon*. Philoſ. transact. Vol. LXXXII. P. II. p. 289. ſqq.

ſtanz, und das luftſaure Gas als eine Miſchung dieſer Säure mit Waſſer an, welche durch eine innigſte Verbindung mit dem Wärmeſtoffe die Luftgeſtalt erhalten hat. Auch ſucht **Prieſtley** *) durch directe Verſuche zu erweiſen, daß das Waſſer einen weſentlichen Beſtandtheil des luftſauren Gas ausmache. Aus der kohlenſauren natürlichen Schwererde konnte er durch bloße Hitze keine fixe Luft erhalten. Ließ man aber in einem irdenen Rohre bey der Weißglühehitze Waſſerdampf über ſie hinwegſtreichen, ſo entwickelte ſich ſehr ſchnell fixe Luft. Zu 294 Gran fixer Luft hatte man 160 Gran Waſſer gebrauchet. Ferner wurde eine Auflöſung von 48 Gran Schwererde im Salzgeiſt bis zur Trockniß abgerauchet, und der Rückſtand geglühet, wobey er 4 Gran verlor. Er gab bey der Auflöſung 7,2 Gran fixe Luft, daß folglich eine Gewichtszunahme der Luft von 3,2 Gran entſtanden war, welche ſehr wahrſcheinlich von nichts anders entſtehen konnte, als vom Waſſer. Hieraus folgert **Prieſtley**, daß bey der Bildung der fixen Luft beynahe mit völliger Gewißheit ein Theil Waſſer als Menſtruum derſelben mit weggeführet werde, und daß dieſer Theil ungefähr die Hälfte des Gewichtes der ganzen Luft betrage. Die Antiphlogiſtiker behaupten ebenfalls, daß das kohlenſaure Gas Waſſer enthalte, ſie nehmen aber an, es ſey in dem Gas aufgelöſet, und kein eigentlicher Beſtandtheil derſelben. Die Verſuche ſuchen ſie aus der Zerlegung des Waſſers abzuleiten. So nehmen ſie z. B. an, daß bey der Bildung des kohlenſauren Gas aus Schwererde nicht das Waſſer ſelbſt, ſondern nur der Sauerſtoff desſelben in dieſes Gas übergehe. Nach **Prieſtley**, **de Lüc** und anderen ſind das Waſſer und die Säure einfache Stoffe, und hiernach geht alſo das Waſſer bey der Bildung der fixen Luft als ſolches über; die Kohle betrachten ſie aber als eine Zuſammenſetzung von Luftſäure und Phlogiſton, welche hingegen nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme eine einfache Subſtanz iſt. Mit völliger Gewißheit kann doch bis jetzt noch nicht ent-

*) Phil. transact. Vol. LXXVIII. p. 147. ſq. überſ. in Grens Journal der Phyſik. Bd. I. S. 104 f.

entſchieden werden, welche Meinung die richtigſte ſey. Im Kleinen laſſen ſich nach der Meinung der Antiphlogiſtiker leichtere Erklärungen hierüber geben, im Großen aber ſcheint die andere Meinung mehr mit dem Ganzen zuſammen zu ſtimmen.

Gas, phlogiſtiſirtes, phlogiſtiſirte oder **phlogiſtiſche Luft, verdorbene Luft, unreine Luft, Stickluft, Salpeterſtoffgas, Stickſtoffluft, Stickgas, azotiſches Gas** (gas phlogiſticum, aër phlogiſticatus, vitiatus, mephitis aëris phlogiſtica, gas azoticum, gas ou air phlogiſtique, gas azotique) iſt diejenige Luftart, in welche ſich die atmoſphäriſche Luft durch die ſo genannten phlogiſtiſchen Proceſſe verwandelt, und welche weder zum Einathmen der Thiere und der Verbrennung der Körper tauglich, noch mit dem Waſſer miſchbar iſt. Man nahm nämlich nach dem phlogiſtiſchen Syſteme an, daß alle diejenigen Proceſſe ſowohl der Natur und Kunſt, bey welchen die atmoſphäriſche Luft zum Athemhohlen ganz verdorben wird, aus den Körpern gebundenes Phlogiſton abſcheiden, welches die Urſache des Verderbens der Luft ſey. Daher wurden auch dergleichen Proceſſe phlogiſtiſche Proceſſe genannt. Ob es nun gleich den Alten ſchon längſt bekannt war, daß die atmoſphäriſche Luft vorzüglich durchs Verbrennen der verbrennlichen Körper in ſelbiger zum Athemhohlen und zur Unterhaltung der Flamme ganz untauglich wurde, ſo hat doch erſt **Prieſtley** die Stickluft genauer zu entdecken geſuchet. Deſſen ungeachtet bleibt aber das Stickgas immer noch räthſelhaft. Alle dieſe Mittel, welche gewöhnlich angegeben werden, um Stickgas zu erhalten, wie z. B. die Verbrennung, Verkalkung, Athmen, verwittern der Kieße u. ſ. f. ſind ſo beſchaffen, daß man ſich noch keinen vollſtändigen Begriff von dieſem Gas machen kann. Die angeführten Proceſſe bringen jeder Zeit eine Zuſammenſetzung von verſchiedenen Gasarten hervor, und es iſt bisher immer noch ungewiß geweſen, welche Eigenſchaften einer ganz reinen Stickluft zukommen müſſen. Erſt neuerlich hat Herr **Görtling** die charakte-

charakteriſtiſchen Kennzeichen einer ganz reinen Stickluft zu beſtimmen geſucht, welche nachher erwähnet werden ſollen.

Es iſt bekannt genug, daß man durchs Verbrennen des Phosphors in einem eingeſchloſſenen Raume von atmoſphäriſcher Luft ſogenannte Stickluft erhalten kann, wie bereits dieſer Prozeß unter dem Artikel, **Gas, atmoſphäriſches**, iſt angeführet worden. Die Verminderung des hierbey erfolgten Luftvolumens konnte nach dem alten Syſteme nur mit Schwierigkeit erkläret werden. Erſt nachdem **Lavoiſier** ſeine wichtigen Verſuche bekannt machte, war man im Stande, leichte und genugthuende Erklärungen hiervon zu geben, zumahl da es verſchiedenen Chemikern gelungen war, daß ganz reine dephlogiſtiſirte Luft durchs Verbrennen mit hinlänglichem Phosphor ganz und total verſchwand. Hieraus folgte nun natürlich, daß durchs Verbrennen, ſo wie überhaupt durch jeden phlogiſtiſchen Prozeß kein Phlogiſton an die Luft treten konnte, ſondern daß die Luft zerſetzt werden mußte. Daher iſt auch das Stickgas nicht als eine vom Phlogiſton verdorbene Luft, ſondern als anderer Beſtandtheil der atmoſphäriſchen Luft zu betrachten.

Bey Zerlegung des ätzenden flüchtigen Alkali durch die dephlogiſtiſirte Salzſäure wird Stickgas erhalten, welches nicht von der atmoſphäriſchen Luft herrühret. Man bringt nämlich eine Tubulatretorte in ein Sandbad, und bringt ihr Ende mit einer Röhre in Verbindung, welche in eine Flaſche geht. Dieſe Flaſche wird mit 4 Unzen vom concentrirteſten flüchtigen Salmiakgeiſte, mit 4 Unzen reinen Waſſers vermiſcht, angefüllt, und hiermit noch eine Röhre verbunden, deren anderes Ende unter eine mit Waſſer gefüllte Glocke geht. In der Retorte wird gepulverter Braunſtein mit Kochſalze in gehörigem Verhältniſſe vermiſcht, und concentrirte Vitriolſäure aufgegoſſen. Die daraus ſich entwickelnde dephlogiſtiſirte Salzſäure geht in Luftgeſtalt in die Flaſche über, wo ſie bey der Berührung mit dem flüchtigen Alkali zerſetzet wird, woraus ein Gas, daß ſich durch dieſe

Zerſetzung bildet, in die Glocke übergeht, und welches Stickgas iſt.

Auf dieſe Weiſe gewinnt man auch Stickgas aus der Reduktion der Metallkalke mit dem flüchtigen Alkali. Daraus beweiſen die Antiphlogiſtiker, daß das flüchtige Alkali aus Waſſerſtoff und Stickſtoff beſtehe. Es ſoll ſich nämlich der Waſſerſtoff mit dem Sauerſtoffe zu Waſſer bilden, und wegen des Verluſtes des Sauerſtoffes ſoll eine Reduktion der Metallkalke vor ſich gehen; der Stickſtoff des Alkali aber mit dem Wärmeſtoffe Stickgas bilden.

Auch bey dem Verpuffen des Salpeters über Kohlen erhält man Stickgas; ſo wie auch der gepulverte Braunſtein in einer Retorte von Porzellan allmählig erwärmet Stickgas gibt. Eine gleiche Luftart gewähren auch die Dämpfe des kochenden Waſſers, wenn man ſie durch ein glühendes irdenes Pfeifenrohr gehen läßt.

Alle dieſe ſehr verſchiedenen Arten, deren noch mehrere angeführet werden könnten, um Stickluft zu erhalten, ſind noch bey weiten zu wenig geprüfet worden, um mit völliger Gewißheit zu behaupten, daß die daher gewonnene Stickluft von ein und der nämlichen Beſchaffenheit ſey. Ueberdem verdiente es auch, wie Herr **Göttling** erinnert, einer genauern Unterſuchung, ob bey alle den Prozeſſen, welche man anwendet, um aus der Atmoſphäre Stickluft zu erhalten, ob die Sauerſtoffluſt aus der Atmoſphäre völlig weggenommen werden könne, und dabey an der Luft ſelbſt keine Veränderung vorgehe, welche etwa bewirke, daß man ſich ihrer bey genau anzuſtellenden Verſuchen nicht als einer reinen Stickluft bedienen könne.

Gewöhnlich werden folgende unterſcheidende Eigenſchaften der Stickluft angegeben. Sie iſt ſpecifiſch leichter als die atmoſphäriſche. Nach **Lavoiſier** wiegt ein Cubikzoll bey einer Wärme von 10° Reau. und 28 Zoll Barometerhöhe 0,44444 Gran, während ein gleiches Volumen atmoſphäriſcher Luft bey gleichen Umſtänden 0,46005 Gran wiegt. Zum Athemhohlen für Thiere iſt dieſe Luftart ganz untaug-

lich

lich, und dieſe erſticken darin ſehr bald; auch dienet ſie nicht zur Unterhaltung der Flamme der verbrennlichen Körper, indem eine brennende Kerze in ſelbige gebracht ſogleich verlöſcht; auch iſt ſie geruch- und geſchmacklos; vom Waſſer wird ſie nicht eingeſogen, und durch Waſchen damit nicht geändert; mit der atmoſphäriſchen Luft läßt ſie ſich in allen Verhältniſſen vermiſchen, ohne einen ſichtbaren Rauch zu bilden, und ohne zerſetzt zu werden.

Anfänglich hielt man das Stickgas für ein Gemiſch von reiner Luft und Phlogiſton; allein die Erſcheinungen, beſonders die von der Verminderung des Volumens und des Gewichtes der atmoſphäriſchen Luft bewieſen bald, daß dieſe Erklärung nicht zureichen wollte. Nachdem aber **Lavoiſier** bewies, daß die Stickluft einen Beſtandtheil der atmoſphäriſchen Luft ausmachte, ſo hielt man die Stickluft als eine Zuſammenſetzung aus Stickſtoff und Wärmeſtoff, und **Lavoiſier** behauptete, daß die atmoſphäriſche Luft aus 27 Theilen Sauerſtoffluft und aus 73 Theilen Stickluft beſtehe; folglich wäre die Stickluft bey weiten der größte Theil der atmoſphäriſchen Luft. **Cavendiſh** α) ließ brennbare und dephlogiſtiſirte Luft in verſchloſſenen Gefäßen verpuffen, und fand, daß das daraus erzeugte Waſſer einen ſauren Geſchmack hatte, welches mit fixem Alkali geſättiget nach dem Abdampfen einen wahren Salpeter gab. Eben dieß erfolgte, wenn gleich zur Bereitung der reinen Luft keine Salpeterſäure ſondern Vitriolſäure gebraucht worden war. Zuletzt entdeckte er, daß ein Gemiſch von phlogiſtiſirter und dephlogiſtiſirter Luft durch den elektriſchen Funken in wahre Salpeterſäure verwandelt würde β), woraus er folgert, daß die in der Atmoſphäre befindliche phlogiſtiſirte Luft nichts anders

 als

α) Philoſ. transact. 1784. im gothaiſchen Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte B. III. St. 3. S. 39. u. f.

β) Philoſ. transact. 1785. Vol. LXXV. p. 372. Vol. LXXVIII. P. II. pag. 26. Ueber die Verwandlung eines Gemiſches der dephlogiſtiſirten Luft in Salpeterſäure durch Hülfe des elektriſchen Funkens von Henry **Cavendiſh**; in Grens Journ. d. Phyſik B. I. S. 282. u. f.

als eine mit Phlogiſton geſättigte Salpeterſäure ſey. Daher nahmen die Antiphlogiſtiker Veranlaſſung, das Stickgas als die Grundlage der Salpeterſäure zu betrachten, welche aus $\frac{4}{5}$ Sauerſtoff und $\frac{1}{3}$ Stickſtoff beſtehe. Sie ſtützen ihre Meinung vorzüglich auf den Verſuch, daß ein Gemiſch von 10 Theilen Stickgas und 36 Theilen Sauerſtoffgas durch den elektriſchen Funken in Salpeterſäure verwandelt werde. Unfehlbar würde dieſer Verſuch einen ganz entſcheidenden Beweis ihrer Behauptung abgeben, wenn man nur annehmen könnte, wie wirklich die Antiphlogiſtiker thun, daß der elektriſche Funke bloß mechaniſch wirke. Wenn man aber bedenkt, daß ſich in einem ſolchen Falle unmöglich Grundſtoff mit Grundſtoff zu einem andern von Natur ganz eigenen Körper verbinden könne, ſo hat man allerdings Grund genug anzunehmen, daß der elektriſche Funke chemiſch wirke, es ſey entweder, daß die elektriſche Materie bloß die qualitative Zurückſtoßung der Stoffe von beyden verſchiedenen Gasarten hervorbrächte, um ſich alsdann zu einem Körper von eigener Natur zu verbinden, oder, daß die elektriſche Materie ſelbſt zerſetzet werde, wobey der eine Beſtandtheil die Grundlage der Salpeterſäure abgeben könnte. Hieraus ſieht man alſo, daß die Behauptung der Antiphlogiſtiker auf keinen ſichern Gründen beruhe.

Auch iſt die Grundlage des Stickgas ein Beſtandtheil des Ammoniaks, wie die Antiphlogiſtiker durch eine zahlreiche Menge analytiſcher und ſynthetiſcher Verſuche beweiſen. So erhält man beym Verbrennen das Ammoniakgas und Sauerſtoffgas Waſſer und Stickgas. Es verbindet ſich nämlich der Sauerſtoff des Sauerſtoffgas mit dem Waſſerſtoff des Ammoniakgas, und bildet Waſſer, und der Stickſtoff des Ammoniakgas wird durch den Wärmeſtoff in Stickluft verwandelt. Demnach beſteht das Ammoniak aus Stickſtoff und Waſſerſtoff. Das bey der trockenen Deſtillation und bey der Fäulniß thieriſcher und vegetabiliſcher Dinge entſtehende Ammoniak iſt erſt ein Produkt vom Waſſerſtoff und Stickſtoff.

Das

Das Stickgas iſt dem Wachsthume der Pflanzen eben ſo nachtheilig, wie dem Leben der Thiere, und vermindert ihre Reitzbarkeit. Der Herr **von Humboldt** bemerkte, daß die mimoſa pudica im Stickgas verwelkte, und bey erſchöpften Kräften weniger reitzbar war. Auch die Thiere, welche im Stickgas geſtorben ſind, geben nach dem Tode auf eben dieſe Art kein Kennzeichen der Reitzbarkeit von ſich. Im Gegentheil iſt das Stickgas der grünen Farbe der Pflanzen vortheilhaft, und erſetzt in dieſer Rückſicht den Mangel des Lichtes.

Auch führen die Herrn **Lichtenberg** α) und **Gren** β) an, daß man eine Luftart erhalte, welche in ihrer Beſchaffenheit dem Stickgas ähnlich iſt, wenn man Waſſerdämpfe durch ein irdenes glühendes Pfeifenrohr ſtreichen läßt. Herr **Lichtenberg** hält ſie für eine Luftart, die wir noch nicht recht kennen, dem Stickgas wenigſtens ſehr ähnlich, wo nicht, mechaniſche Beymiſchungen abgerechnet, ganz dieſelbe. Es bleibt hier immer noch unerklärbar, wo das Stickgas herkomme. Dringt es vielleicht von außen durch das Pfeifenrohr hinein? Was geht mit dem Waſſer vor, und welche Veränderungen geſchehen am Rohr? Herr **Lavoiſier** läugnet überhaupt, daß ſich Waſſer durch bloßen Wärmeſtoff in Luft verwandeln laſſe, und ſieht den Uebergang desſelben durch eine gläſerne Röhre als bloße Deſtillation an. Auch ſcheinen dieß Verſuche, welche der Herr **von Hauch** γ) mit goldenen, ſilbernen, porzellanen und gläſernen Röhren angeſtellet hat, zu beſtätigen. Der beſondere Umſtand, daß bey Gewinnung dieſer Stickluft das Glühen des Rohres als nothwendige Beſtimmung vorausgeſetzet wird, hat die Vermuthung veranlaſſet, daß der Stickſtoff mit dem Lichte in Verbindung ſtehe. M. ſ. **Stickſtoff**.

 Dieſe

α) Erxleben Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft. 1794. 8. S. 214.
β) Syſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. I. §. 288.
γ) Grens Journal der Phyſik. B. VIII. S. 27 f. Chemiſche Verſuche über die Beſtandtheile und die Zerlegung des Waſſers.

Dieſe Vermuthung ſchien ſich durch die merkwürdigen Verſuche, welche Herr **Göttling** *) über das Leuchten des Phosphors in Stickluft anſtellte, noch mehr zu beſtätigen. Dieß Leuchten nahm man ſonſt als ein ſchwaches Verbrennen an, und glaubte daher, daß es ſich im Sauerſtoffgas ſtärker als in gemeiner Luft, und im Stickgas gar nicht zeige. Herr **Göttling** aber fand, daß der Phosphor in dem reinſten Sauerſtoffgas gar nicht, im Stickgas hingegen deſto lebhafter leuchte. Er erhielt eine Sauerſtoffluft, wenn er die Dämpfe der rauchenden Salpeterſäure durch ein glühendes Pfeifenrohr ſchnell durchtrieb, im Gegentheil aber eine Luft, die ſich faſt wie reine Stickluft verhielt, wenn die Dämpfe langſam durchgeleitet wurden. Im erſtern leuchtete der Phosphor nur wenig, in der letztern aber ſehr ſtark. Aus ſeinen Verſuchen glaubte er ſchließen zu müſſen, daß das Leuchten des Phosphors in atmoſphäriſcher Luft nur in ſo fern Statt fände, als ſie Stickluft enthält. Das Leuchten in atmoſphäriſcher Luft war beſonders mit Temperaturerhöhung begleitet, da es hingegen in Stickluft, wo es ſich doch weit ſtärker zeigte, ohne alle Wärme war. Sehr unerwartet war es ihm aber, daß durch dieſes Leuchten des Phosphors nicht allein das Stickgas in ſeinem Volumen vermindert, ſondern ſogar der Phosphor geſäuert wurde. Wenn er nämlich den Phosphor eine Zeitlang in der Stickluft hängen ließ, ſo ward das Leuchten nach und nach ſchwächer, und hörte endlich gar auf; zugleich ward aber auch der Posphor feucht geworden. Nahm er dieſe Feuchtigkeit mit einem Papiere weg, und brachte ihn alsdann wieder in die vorige Stickluft, ſo leuchtete er abermahls wie zuvor, und überzog ſich aufs neue mit Feuchtigkeit. Das Papier, womit dieſe Feuchtigkeit abgewiſcht ward, erhielt einen ſauren Geſchmack. Oeffnete Herr **Göttling** ein ſolches Glas unterm Waſſer, ſo trat etwas davon hinein. Wenn er alsdann den Phosphor von der Feuchtigkeit reinigte, und ihn wieder in die Stickluft

*) Beyträge zur Berichtigung der antiphlogiſtiſchen Chemie auf Verſuche gegründet. Weimar 1795. 8.

luſt brachte, und darin leuchten ließ, bis er aufhörte, ſo trat nach dem Oeffnen unterm Waſſer noch mehr Waſſer hinein. Durch wiederhohlte Operationen fand er, daß allemahl mehr Waſſer in das Glas trat, und daraus glaubte er zu ſchließen, daß durch ein ſolches Leuchten des Phosphors das Stickgas nach und nach ebenfalls aufgezehret, und der Phosphor geſäuert werde.

Dieſe Verſuche des Herrn **Göttling** ſind von mehreren Chemikern wiederhohlet, die Reſultate derſelben aber mit den des Herrn **Göttling** nicht übereinſtimmend gefunden worden. **Eimbke** [α]) bemerkte gar kein Leuchten des Phosphors im Stickgas; **Jäger** und **Scherer** [β]) bemerkten es nur unter gewiſſen Umſtänden, aus welchen ſich allemahl auf Zutritt vom Sauerſtoffgas ſchließen ließ. **Jäger** [γ]), **Hildebrand** [δ]), **Link** [ε]), **van Mons** [ζ]), **Guiton (Morveau)** [η]), **Berthollet** [ϑ]) und andere mehr, glaubten aus ihren Verſuchen ſchließen zu können, daß das Leuchten im Stickgas unter keiner andern Bedingung Statt finden könne, als wenn es Sauerſtoffgas enthalte, und dieß wurde hierauf als ganz unläugbare Wahrheit angenommen.

Indeſſen hatte Herr **Göttling** mehrere Verſuche, um der Wahrheit in dieſer Sache näher zu kommen, angeſtellet, und legte vorzüglich in ſeinem Almanach für das Jahr 1798 einige Fragen, das Leuchten des Phosphors im Stickgas betreffend, den Chemikern vor, um ſie aufmerkſam zu machen, wie viel noch zu berichtigen ſey, ehe man noch entſcheiden könne, auf welcher Seite die Wahrheit liege, welche er kurz

 darauf

α) Grens Journal der Phyſik. B. VIII. S. 366 f.
β) Ueber das Leuchten des Phosphors im atmoſphäriſchen Stickgas. Reſultate einiger darüber angeſtellten Verſuche und Beobachtungen, von D. Scherer und D. Jäger, nebſt D. Pfaffs Bemerkungen zu Herrn Prof. Göttlings Schrift: Beytrag u. ſ.
γ) Grens neues Journal der Phyſik. B. II. S. 455.
δ) Crells chemiſche Annalen 1796. B. II. S. 411. und 488.
ε) Beyträge zur Phyſik und Chemie. St. 2. Roſtock und Leipzig 1796. S. 121.
ζ) Grens neues Journal der Phyſik. B. III. S. 326.
η) Ebendaſ. S. 330.
ϑ) Ebendaſ. S. 329.

darauf größtentheils durch ſeine neuern Erfahrungen beantwortet hat *). Vor allen Dingen ſcheint ihm aber nothwendig zu ſeyn, Eigenſchaften feſt zu ſetzen, wodurch ſich die Stickſtoffluft von andern unterſcheiden müſſe, und woran man ihre Gegenwart erkennen könne. Nach den neuern Grundſätzen der Chemie könnten dieſe Eigenſchaften keine andern als folgende ſeyn:

1. Muß ſie keinen Geruch haben, denn daraus wäre ſchon zu ſchließen, daß fremde Theile mit ihr in Verbindung getreten ſind.

2. Muß ſie mit der atmoſphäriſchen Luft oder auch mit der reinen Sauerſtoffluft vermiſcht keinen Dampf bilden.

3. Müſſen Thiere in ihr erſticken und brennende Lichter in ihr verlöſchen.

4. Darf ſie mit der Salpeterluft keinen rothen Dampf bilden und auch eigentlich keine Verminderung damit zeigen. Dabey macht Herr **Görtling** die Anmerkung, es ſey hier die größte Behutſamkeit nöthig, weil die Erfahrung lehre, daß auch die bloße Salpeterluft durch die Behandlung mit Waſſer einer Verminderung fähig ſey.

5. Darf ſie das Kalkwaſſer nicht trüben.

6. Darf ſie ſich bey Berührung der Sauerſtoffluft nicht entzünden, wenn man ſich ihr mit einem brennenden Lichte nähert.

7. Muß der Phosphor in einer ſchwachen Temperatur darin leuchten; wobey er bemerket, daß man dieſe Eigenſchaft nicht zugeſtehen wolle, ſondern man leite ſie aus einem Antheile Sauerſtoffgas her, welches noch daran hängt, und mit Schwierigkeiten davon zu ſcheiden ſey.

8. Verdünnte vollkommene Salpeterſäure, oder auch vollkommene Salzſäure darf damit keine Dämpfe bewirken.

Aus ſeinen ſehr merkwürdigen Verſuchen zieht er zuletzt folgende Reſultate:

*) Beytrag zur Berichtigung der antiphlogiſtiſchen Chemie. 2s Stück. Weimar 1798. kl. 8.

1. Die Sauerſtoffluft wird beym Verbrennen des Phosphors in einer dazu hinlänglich hohen Temperatur, wenn ſie völlig von Stickſtoffluft frey iſt, ganz verzehrt; doch können dabey Nebenumſtände eintreten, welche den Verſuch ſtören, vorzüglich kann eine zu lange Erhitzung nach beendigter Verbrennung zur Erzeugung eines Antheils rückſtändiger Luft Gelegenheit geben.

2. In einer ſchwächern Temperatur, ungefähr 13 — 14° Reaum., leuchtet und dampft der Phosphor in einer völlig reinen Sauerſtoffluft nicht. Die Sauerſtoffluft wird aber dabey zur Stickſtoffluft, und dann fängt der Phosphor an, in ſelbiger zu dampfen und zu leuchten, bis endlich ein Antheil Luft übrig bleibt, die ſich eben ſo verhält wie die Stickluft, worin der Phosphor zu leuchten aufgehöret hat; es muß aber die Vorrichtung dabey ſo getroffen werden, daß immer neue Lufttheile auf den Phosphor wirken können.

3. Daß durch ruhiges Stehen die reinſte Sauerſtoffluft ohne Dampf- und Lichtentwickelung einen Antheil Phosphor in ſich aufnehmen, oder auflöſen kann, ohne ihn zu verbrennen, obgleich vorzüglich die franzöſiſchen Chemiker behaupten, daß die Stickſtoffluft nothwendig ſey, den Phosphor aufzulöſen, damit ihn die Sauerſtoffluft verbrennen könne. Kann nun die Sauerſtoffluft den Phosphor ebenfalls auflöſen, oder an ihm ohne Lichtentwickelung eine Veränderung hervorbringen, die aber bey der Stickſtoffluft mit Lichtentwickelung geſchiehet, ſo kann die Urſache der Lichterſcheinung nicht in der Gegenwart der Sauerſtoffluft liegen, ſondern die Stickſtoffluft muß dabey die Hauptrolle ſpielen.

4. Der Phosphor leuchtet in einer von Sauerſtoffluft völlig freyen Stickſtoffluft, er wird dabey geſäuert, und in unvollkommene Phosphorſäure verwandelt, die ſich in dem Luftraume verbreitet, wo dann der Phosphor aufhöret ferner darin zu leuchten, welches Leuchten aber wieder ſeinen Anfang nimmt, wenn die Phosphorſäure auf irgend eine Art in vollkommene Phosphorſäure, wo ſie nicht mehr gasförmig bleiben kann, verwandelt worden iſt.

5. Daß die Stickſtoffluft beym Erhitzen des Phosphors eine Neigung erhält, einen größern Raum einzunehmen, als ſie vor der Erhitzung einnahm, was auch beym Leuchten aber in einem niedern Grade geſchehen kann, und wodurch dann wahrſcheinlich die völlige Wegnahme der Stickſtoffluft beym Leuchten des Phosphors erſchweret wird.

6. In der atmoſphäriſchen Luft leuchtet der Phosphor, die Sauerſtoffluft wird dabey ebenfalls zerſetzt, weil ſie geſchickt iſt, die dabey durch Hülfe der Stickſtoffluft entſtandene unvollkommene Phosphorſäure von Zeit zu Zeit in vollkommene umzuändern, bis endlich ein Antheil Stickſtoffluft übrig bleibt, in die ſelbſt ein Antheil Phosphor, in einem Zuſtande der unvollkommenen Phosphorſäure eingetreten iſt, die hernach das fernere Leuchten hindert.

7. Daß das Leuchten des Phosphors in der Stickſtoffluft, worin der Phosphor zu leuchten aufgehöret hat, wieder ſeinen Anfang nehmen kann, wenn man Sauerſtoffgas hinzuſetzt. Daß aber nur allein die zugeſetzte Sauerſtoffluft durch dieſes Leuchten wieder weggenommen werde, ohne daß die Stickluft dabey an Menge abnehme, ſcheint Herrn **Göttling** nur ſcheinbar, und nicht nur in der Neigung der mehreren Ausdehnbarkeit der rückſtändigen Luft (N. 5.), ſondern auch in der neuen Entſtehung eines Antheils Stickſtoffluft durchs Leuchten nur ſehr langſam zerſetzet wird, und man immer nur mit kleinen Mengen mit dieſer Luft operiren kann, ſo iſt es leicht möglich, daß dieſelbe Menge Stickſtoffluft durch Hülfe der Sauerſtoffluft wieder entſtehet, welche durchs Leuchten weggenommen worden war.

8. Daß durchs Verbrennen des Phosphors in der atmoſphäriſchen Luft die Sauerſtoffluft weggenommen werde; wird aber der Phosphor ferner darin erhitzt, ſo geht er entweder als unvollkommene Phosphorſäure, dampfförmiger Phosphor, oder auch in einem Zuſtande, wo er ſich dem phosphoriſchen Waſſerſtoffgas nähert, mit dem rückſtändigen Luftraume in Verbindung, und hindert das fernere Leuchten in dieſer Luft.

9. Kann die Luft, welche, nachdem der Phosphor in der atmoſphäriſchen Luft oder auch in der Stickſtoffluft zu leuchten aufgehöret hat, durch Mittel, die den darin befindlichen Phosphor zu zerſtören geſchickt ſind, wieder in den Zuſtand verſeßet werden, wo ſie das Leuchten bewirken kann; ſie wird aber dann durchs Leuchten des Phosphors in ihr, wieder aufs neue in den Zuſtand zurückgebracht, wo ſie das Leuchten nicht mehr zu bewirken im Stande iſt.

10. Daß es Fälle gibt, wo die Luft nicht das Leuchten an dem Phosphor hervorzubringen im Stande iſt, ob es gleich ihr an Sauerſtoffluft nicht fehlt, und es eben daher noch lange nicht erwieſen iſt, ob die Sauerſtoffluft hierzu unumgänglich nothwendig ſey.

11. Daß es durch die Verſuche, welche andere darüber angeſtellet haben, noch lange nicht dargethan iſt, daß der Stickſtoffluft die Eigenſchaft, das Leuchten hervorzubringen, nicht zukomme, indem dieſe Luft durch den Phosphor verunreiniget und dann den Phosphor in ſich leuchten zu laſſen, unfähig wird.

12. Daß man noch auf keine Art Stickſtoffluft habe hervorbringen können, worin der Phosphor nicht anfangs geleuchtet habe, ehe er mit ihr in eine eigene, noch nicht hinlänglich bekannte Verbindung (unvollkommene Phosphorſäure) getreten ſey.

13. Daß in der Verunreinigung der Stickſtoffluft durch Phosphor wahrſcheinlich der Grund liege, warum die völlige Wegnahme derſelben ſo große Schwierigkeiten mache.

14. Daß die Sauerſtoffluft durch den Einfluß der Urſache des Lichtes allerdings in den Zuſtand der Stickſtoffluft übergehen könne. Herr **Göttling** fand nämlich, daß wenn man die Sauerſtoffluft in Blaſen füllte, und ſolche durch ein glühendes Pfeiſenrohr ſtreichen ließ, ſich ſolche nach und nach ebenfalls in Stickgas umändere. Hieraus ließe ſich auch erklären, wie es zugehe, daß Waſſerdämpfe durch ein glühendes Pfeiſenrohr gelaſſen in Stickſtoffluft verwandelt werde. D. **Scherer** iſt dagegen der Meinung, daß

die Sauerſtoffluft in dieſen Fällen durch das Rohr hindurch gegangen ſey, und daß die Blaſen keine ganz luftdichte Hüllen ſeyn, wo dann die atmoſphäriſche Luft hindurchdringe, und das Gleichgewicht erſetze. Herr **Göttling** erwiedert darauf, daß man hierin ſehr leicht das Sonderbare finden werde. Das Durchdringen der Sauerſtoffluft durch die Pfeifenröhre ſey hier durch nichts erwieſen, und von der Blaſe ſey es ja bekannt genug, daß keine Luft hineinzutreten brauche, um ſich mit der innern Luft ins Gleichgewicht zu ſetzen, weil ſie nach und nach, ſo wie die Luft aus ihnen herausgetrieben wird, zuſammenfallen. Sey aber auch ſchon ein Beyſpiel vorhanden, daß in dem Augenblicke, wo die Luft durch die Hitze aus einem Gefäße herausgetrieben wird, die andere hineintrete? dieß müßte doch hier geſchehen. Oder die Blaſen hätten ſo lange, bis die Sauerſtoffluft ſich alle entfernet hätte, zuſammenfallen müſſen, und dann, wenn die atmoſphäriſche Luft hineingedrungen wäre, hätten ſich ſolche erſt wieder aufblähen, ja ſie hätten ſich nach und nach beyde mit Stickluft füllen müſſen.

15. Daß, wenn ſich auch das Leuchten des Phosphors in der Stickſtoffluft, und die völlige Wegnahme derſelben durch den Prozeß des Leuchtens nicht beſtätigen ſollte, doch ſeine Theorie dabey völlig beſtehen könne, und es deſſen ungeachtet erwieſen ſey, daß die Grundlage der Stickſtoffluft und der Sauerſtoffluft eine und dieſelbe ſey, weil im entgegengeſetzten Falle die Sauerſtoffluft bey der Wirkung auf den Phosphor nicht zur Stickluft werden könne.

16. Daß die Operation des Leuchtens und des Verbrennens weſentlich von einander zu unterſcheiden ſey; denn beym Leuchten des Phosphors in der reinen Sauerſtoffluft entſteht Stickſtoffluft; hingegen beym Verbrennen wird der ganze Luftraum weggenommen, wenn die Sauerſtoffluft völlig von Stickſtoffluft frey war.

Gas, phosphoriſches, Phosphorluft, gephosphortes Waſſerſtoffgas, gasförmiger phosphoriſirter Waſſerſtoff (gas phosphoricum, mephitis phosphorica,

phorica, gas hydrogenium phosphoriſatum, gas ou air phosphorique, hydrogène phosphoriſé) iſt eine eigene mephitiſche Gasart, welche gewöhnlich aus dem Phosphor erhalten wird, wenn ſelbiger mit einer ätzenden Lauge vom feuerbeſtändigen Alkali gekocht wird.

Gengembre *) beſchrieb dieſes Gas zuerſt, welches er bey der Auflöſung des Harnphosphors in ätzenden, feuerbeſtändigen Laugenſalzen erhielt, wenn er dieſe Auflöſung bey gelindem Feuer deſtillirte, und das übergehende mit Queckſilber auffing. Um dieſes Gas bequem und ohne Gefahr zu entwickeln, muß man ſo wenig als möglich atmoſphäriſche Luft in die Gefäße einſchließen. Zu dem Ende nehme man eine kleine zinnerne oder irdene Retorte von etwa zwey Unzen Inhalt, ſchütte auf einen Theil Phosphor in derſelben etwa 12 Theile einer ſtarken ätzenden Lauge von Gewächsalkali, ſo daß nur wenig Luft eingeſchloſſen bleibt; man ſtecke einen Kork feſt auf, durch welchen eine gekrümmte gläſerne Röhre geht, die höchſtens $1\frac{1}{2}$ Linie im Durchmeſſer hat, und deren anderes Ende unter den Trichter der mit Waſſer gefüllten Wanne des pnevmatiſchen Apparats tritt, und erhitze die Flaſche allmählig im Sandbade durch Lampenfeuer bis zum Kochen der Lauge. So wie ſie anfängt heiß zu werden, entwickelt ſich auch ſogleich dieſes Gas. Sorgfältig hat man ſich dabey zu hüten, daß es ſich nicht bey Berührung der anfänglich eingeſchloſſenen atmoſphäriſchen Luft in den Gefäßen entzünde, wodurch ſtarke Exploſionen entſtehen, die die Gefäße zerſchmettern.

Das Phosphorgas iſt von einem ſehr unangenehmen, gleichſam fauligen Geruche; zum Athemhohlen iſt es ganz untauglich und den Thieren tödtend; bey Berührung der atmoſphäriſchen Luft entzündet es ſich mit einer Exploſion und einem lebhaften Knalle. Läßt man die Luftblaſen aus dem Waſſer

*) Ueber eine neue Luft, welche man durch die Wirkung von Laugenſalzen auf Kunkels Phosphor erhält; aus dem mém. préſent. To. X. S. 651, f. überſ. in Crells chemiſchen Annalen 1789. B. I. S. 450.

Waſſer an die ruhige atmoſphäriſche Luft treten, ſo verbrennen ſie von ſelbſt mit einem Knalle, und der weiße Rauch, welchen ſie zurücklaſſen, ſteigt in Geſtalt horizontal liegender, ſich immer mehr erweiternder Ringe in die Höhe. Läßt man die Blaſen dieſes Gas zu atmoſphäriſcher Luft unter einem hinlänglich weiten Cylinder, welcher mit Waſſer geſperrt iſt, treten, ſo wird der nach der Entzündung übrig bleibende Rauch vom Waſſer eingeſogen, und das Waſſer wird phosphorſauer. Iſt der Cylinder mit Kalkwaſſer geſperrt, ſo wird dieß vom eingeſogenen Rauche niedergeſchlagen; und der Niederſchlag iſt phosphorſaure Kalkerde. Wegen der Gefahr des Zerſprengens des Glaſes muß man aber Sorge tragen, daß nicht viel Phosphorgas zu einer großen Menge atmoſphäriſcher Luft gelaſſen werde. Wenn man Sauerſtoffluft mit dieſem Gas in Berührung bringt, ſo iſt die Exploſion noch weit ſtärker, ſo daß es gefährlich ſeyn würde, beyde Gasarten in einem gläſernen Gefäße mit einander zu vermiſchen. Vom Waſſer wird dieſes Gas nicht aufgelöſet, und an und für ſich trübet es weder das Kalkwaſſer, noch röthet es die Lakmustinktur.

Nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme iſt die Baſis dieſer Gasart Waſſerſtoff und Phosphor. In der Berührung mit der Sauerſtoffluft haben der Waſſerſtoff und der Phosphor eine nähere Verwandſchaft zum Sauerſtoffe, als ſie unter ſich haben, mithin zerſetzen ſie die Sauerſtoffluft plötzlich, und verbrennen mit Exploſion, das Produkt dieſes Verbrennens iſt alſo Feuer, Waſſer, und Phosphorſäure.

Statt der ätzenden feuerbeſtändigen Alkalien kann man auch nach **Raymond** *) gebrannten Kalk mit Waſſer zur Bereitung dieſes Gas anwenden. Man nimmt nämlich zwey Unzen friſchen an der Luft zerfallenen, gebrannten Kalk, ein Quentchen in kleine Stücken zerſchnittenen Phosphor, und

*) Ueber eine leichtere Bereitungsart der Phosphorluft; aus den annal. de chimie To. X. 1791. 8. p. 19. überſ. in Grens Journal d. Phyſik. B. VI. S. 157.

und eine Unze Waſſer, bringt dieſes zuſammen in den vorhin angegebenen Apparat, und läßt alles darin zuſammen kochen.

Aus der Wirkung des gephosphorten Waſſerſtoffgas mit der atmoſphäriſchen Luft erklären die Antiphlogiſtiker die Irrlichter, Sternſchnuppen u. ſ. f.

Gas, ſalpeterartiges, Salpeter, ſalpeterartige oder Salpeterluft, nitröſe Luft, Salpeter halbſaures Gas (gas nitroſum, aër nitroſus, mephitis nitri phlogiſtica, gas ou air nitreux) iſt eine eigene mephitiſche und mit Waſſer nicht miſchbare Gasart, welche aus den Dämpfen der dephlegiſtiſirten Salpeterſäure erhalten wird.

Schon van **Helmont** α) führet ein Gas an, welches bey der Auflöſung des Silbers im Scheidewaſſer in die Höhe ſteige und die Gefäße zerſprenge. **Hales** β) aber kannte die Eigenſchaften dieſes Gas noch viel genauer. Er ſuchte es aus waltoner Kießen durch Scheidewaſſer zu gewinnen, und entdeckte, daß es mit gemeiner Luft vermiſcht einen orangefarbenen Dampf gab, und daß dabey ein großer Theil der Luft verſchluckt wird. Indeſſen iſt man doch die verbeſſerte Bereitung und die Kenntniß der Wirkungen dieſes Gas dem **Prieſtley** γ) ſchuldig; dieſer wurde beym Leſen in des D. **Hales** Werke vorzüglich darauf aufmerkſam, glaubte jedoch anfänglich, daß dieſes Gas allein aus Kießen von Walton gewonnen werden könne. Es traf ſich aber nachher, daß er im Jahre 1772 zu London mit **Cavendiſh** davon ſprach, welcher zu ihm ſagte, daß wahrſcheinlich die Röthe der Miſchung allein von dem Salpetergeiſte abhinge, und daß man daſſelbe Gas auch aus andern Kießen, ja ſelbſt aus Metallen erhalten könne. Hierauf ſtellte auch wirklich **Prieſtley** den erſten Verſuch mit einer Auflöſung von Meſſing am 4ten Jun. 1772 an, und entdeckte dieſe merk-

α) De flatibus §. 67.

β) Statical eſſays Vol. I. p. 224. Vol. II. p. 208. Statik der Gewächſe Halle 1747. 8. S. 128. 224.

γ) Verſuche und Beobachtungen über verſchied. Gatt. der Luft. Th. I. S. 105. f.

merkwürdige Gasart, welcher er den Nahmen **ſalpeterartiger Luft** gab.

Wenn Salpeterſäure mit der atmoſphäriſchen Luft in Berührung kömmt, ſo ſteiget ſie in rothen Dämpfen auf, welche vom Waſſer leicht verſchluckt, und wieder in eine wahre Salpeterſäure verwandelt werden. Eben die Dämpfe zeigen ſich auch, wenn Scheidewaſſer auf Metalle gegoſſen wird, welches dieſe angreifet und auflöſet. Alle dieſe Dämpfe laſſen ſich bey Ausſchließung der Luft in wirkliche luftförmige Geſtalt durch Hülfe der Wärme und des pnevmatiſch-chemiſchen Apparats darſtellen. **Fontana** *) hat hierüber vorzügliche Verſuche angeſtellet.

Es läßt ſich zwar das Salpetergas aus allen leicht entzündlichen Körpern vermittelſt der concentrirten Salpeterſäure bereiten; allein wenn dergleichen Körper kohlenſaure Grundlage in ihrer Miſchung enthalten, ſo nimmt dieſe den Sauerſtoff der Salpeterſäure auf, und entweicht als kohlenſaures Gas zugleich mit dem Salpetergas. Wenn man alſo das Salpetergas ziemlich rein erhalten will, ſo muß man zur Bereitung desſelben ſolche Subſtanzen wählen, welche keinen Kohlenſtoff enthalten. Am beſten dienen dazu Metalle. Man bereitet es vorzüglich auf folgende Art: man füllet eine kleine Entbindungsflaſche ganz mit Kupfer- oder Meſſingdraht an, gießt verdünnte Salpeterſäure, welche aus einem Theile concentrirter Salpeterſäure und 3 Theilen Waſſer gemacht iſt, hinein, ſo daß keine atmoſphäriſche Luft im Glaſe zurückbleibt, und verbindet die Flaſche gehörig mit der pnevmatiſchen Geräthſchaft. Das Metall löſt ſich unter Aufbrauſen in der Säure auf, und es tritt eine große Menge von Luft durch die Seitenröhre der Flaſche aus, welche man auffängt, nachdem man die erſten Portionen hat weggehen laſſen.

Das

*) Richerche fiſiche ſopra l'aria fiſſa etc. Firenze 1774. Phyſik. Unterſuchung über die Natur der Salpeterluft, der vom Brennbaren beraubten Luft und der fixen Luft; überſ. von Waſſerberg. Wien 1777. 8. S. 11. ff.

Das gewonnene Salpetergas iſt farbenlos, hat, ſo lange die atmoſphäriſche oder dephlogiſtiſirte Luft von ihm ausgeſchloſſen bleibt, keine Spur einer Säure an ſich, ſchmeckt nicht ſauer und färbt weder die Lakmustinktur noch den Veilchenſyrup roth; wenn es aber die atmoſphäriſche Luft berühret, ſo verwandelt es ſich in rothe Dämpfe, wie rauchender Salpetergeiſt, welche alle Kennzeichen der Salpeterſäure beſitzen. Zum Athemhohlen der Thiere iſt es ganz untauglich, ſondern tödtet ſie augenblicklich; auch zur Unterhaltung des Feuers dient es nicht, und ein Licht verlöſcht ſogleich darin; dem Wachsthum der Pflanzen iſt es hinderlich, und dieſe verbleichen und ſterben vielmehr darin ab. Mit Waſſer verbindet es ſich nicht, und wird auch durchs Schütteln keinesweges zu reſpirabler Luft, wie **Prieſtley** behauptet; das Kalkwaſſer trübt es nicht, widerſtehet aber der Fäulniß ungemein ſtark: obgleich die darin aufbewahrten Körper hernach bey Berührung der atmoſphäriſchen den Geruch der Salpeterſäure erhalten. Die auffallendſte und wichtigſte Erſcheinung dieſer Gasart nimmt man bey der Berührung mit reſpirabler Luft gewahr; wenn man nämlich unter einem Glascylinder, der das Salpetergas mit Waſſer geſperrt enthält, atmoſphäriſche Luft treten läßt, ſo entſtehen ſogleich röthlich = gelbe Nebel unter Erwärmung und eine Verminderung des Volumens beyder Luftarten; das Waſſer ſteigt in dem Cylinder höher, und wird nun zur Salpeterſäure. Wenn man auf dieſe Weiſe beyde Luftarten mit einander im gehörigen Verhältniſſe vermiſcht hat, ſo bleibt zuletzt bloß noch das Stickgas der atmoſphäriſchen Luft übrig. Gewöhnlich braucht man 16 Maß atmoſphäriſcher Luft, um $7\frac{1}{3}$ Maß Salpetergas völlig zu zerſtören. Wenn man ſtatt der atmoſphäriſchen Luft reine Luft gebrauchet, ſo iſt die Röthung und Erhitzung weit beträchtlicher. Nach **Lavoiſier** gebrauchet man nur vier Theile dephlogiſtiſirter Luft, um $7\frac{1}{3}$ Theil Salpeterluft ganz zu zerſetzen, und der Rückſtand beträgt nur noch $\frac{1}{12}$ des Raums der angewandten dephlogiſtiſirten Luft. **Prieſt-**

ley fand ſogar einmahl, daß bey der Vermiſchung von zwey Maß nitröſer und ein Maß dephlogiſtiſirter Luft nach der Verminderung nur $\frac{3}{100}$ Maß übrig blieb. Wären beyde Luftarten völlig rein, ſo würde auch bey der Vermiſchung derſelben im gehörigen Verhältniſſe ein gänzliches Verſchwinden desſelben erfolgen. Allein ſchwerlich ſind die Sauerſtoffluſt und das Salpetergas ganz von allem Stickgas rein zu erhalten, welches alsdann übrig bleibt.

Die rothen Nebel, welche bey dieſen Verſuchen entſtehen, ſind ſalpetrige Säure, welche nach und nach in Salpeterſäure übergehet, und vom Waſſer eingeſogen wird. Es wird alſo aus Sauerſtoffgas und Salpetergas Salpeterſäure, und jene beyden Luftarten hören auf zu ſeyn.

Die irreſpirabeln Luftarten zerſetzen die Salpeterluft ganz und gar nicht, ſondern ſie bleiben mit dieſer in einem völlig luftförmigen Zuſtande verbunden, und ſelbſt vermindert ſich dadurch ihr Umfang nicht. Je reiner hingegen die reſpirable Luft iſt, deſto ſtärker iſt die Verminderung, welche ſie durch Beymiſchung des Salpetergas erleidet. Die Größe dieſer Verminderung hat man daher zum Maßſtabe der Reinigkeit und Heilſamkeit der atmoſphäriſchen angenommen; von den Werkzeugen hierzu, um die verminderte Größe zu meſſen, ſ. m. den Artikel **Eudiometer.**

Was die Natur des Salpetergas betrifft, ſo war man vormahls geneigt zu glauben, daß es aus Salpeterſäure und Phlogiſton beſtehe. Dieß war die Meinung des **Prieſtley, Fontana, Scheele, Bergmann** u. and. Hierzu fügen noch diejenigen, welche Waſſer für die Baſis aller Luftarten annehmen, dasſelbe hinzu. Allein, da es wohl nicht zu bezweifeln iſt, daß reines Salpetergas mit reiner Sauerſtoffluſt im gehörigen Verhältniſſe mit einander vermiſcht, das Luftvolumen ganz und total eben ſo zernichten, wie die reine Sauerſtoffluſt beym Verbrennen des Phosphors verzehret wird, ſo ſieht man, daß das Salpetergas unmöglich Phlogiſton enthalten könne, weil ſonſt allemahl bey der

Ver-

Vermiſchung deſſelben mit dephlogiſtiſirter Luft phlogiſtiſirte Luft zurück bleiben müßte.

Nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme hat die Salpeterluft mit der Salpeterſäure einerley Grundlage, nämlich Stickſtoff und Sauerſtoff. Nur das Verhältniß iſt in beyden verſchieden. Im Salpetergas befinden ſich 32 Theile Stickſtoff und 68 Theile Sauerſtoff; in der Salpeterſäure aber 20,5 Theile Stickſtoff und 97,5 Theile Sauerſtoff. Ueberhaupt iſt der Stickſtoff fähig, mit dem Sauerſtoff Verbindungen in verſchiedenen Graden einzugehen; daher entſtehen auch verſchiedene Produkte. Die geſättigte Verbindung des Stickſtoffes mit dem Sauerſtoffe gibt **Salpeterſäure**, die minder geſättigte die **unvollkommene Salpeterſäure**, welche Herr **Gren** ſalpetrige Säure nennt; ein noch minderer Grad der Oxidirung macht die Grundlage des Salpetergas, und der mindeſte die Baſis des **ſauerſtoffhaltigen Stickgas**.

Das Salpetergas zeigt ſich noch nicht als Säure, es hat aber eine ſtarke Neigung, mehr Sauerſtoff aufzunehmen, und durch eine ſolche Verbindung wird der Stickſtoff erſt zur ſalpetrigen Säure.

Ein Cubikzoll Salpetergas wiegt bey 10° Reaum. und 28 Zoll Barometerhöhe 0,5469 Gran. Sein ſpecifiſches Gewicht verhält ſich zu dem der atmoſphäriſchen Luft wie 547 : 468.

Hieraus läßt ſich nun die Entſtehung des Salpetergas aus der Auflöſung des Metalls in Salpeterſäure und die Verminderung des Volumens der Miſchung des Salpetergas mit reſpirabler Luft leicht erklären. Das Metall zerſetzt nämlich bey der Auflöſung in Salpeterſäure einen Theil von letzterer, entzieht ihr Sauerſtoff, und bildet ſich mit dem durch die Auflöſung erzeugten Wärmeſtoffe zum Salpetergas, das nun nicht mehr als Säure wirkt, und andere Eigenſchaften zeigt. Bey Berührung des Salpetergas mit reſpirabler Luft verbinden ſich die Grundlagen beyder Luftarten

mit einander und bilden unter Entlaſſung ihres gebundenen Wärmeſtoffs wieder Salpeterſäure.

Nach Herrn **Gren** [α]) wird der Salpeterſäure durch die Zerſetzung eines Antheils derſelben von dem Metall bey der Auflöſung Sauerſtoff entzogen, dagegen tritt das Metall Brennſtoff ab, und bringt dadurch die Salpeterſäure in einen veränderten Zuſtand, wobey ſie in der Temperatur unſerer Atmoſphäre luftförmig erſcheinet, und die übrigen Erſcheinungen zeiget. Hiernach enthält die Baſis des Salpetergas außer Brennſtoff das Radikal der Salpeterſäure; indeſſen enthalte ſie dasſelbe noch nicht rein, ſondern ſelbſt in Verbindung mit einem Antheile Sauerſtoff, welcher aber nicht hinreichend ſey, das Radical in den Zuſtand einer Säure zu bringen. Daher werde der Salpeterſäure durch das Metall nicht aller, ſondern nur der größte Theil des Sauerſtoffes entzogen, und die Baſis des Salpetergas beſtehe demnach aus Brennſtoff, dem Radical der Salpeterſäure und etwas Sauerſtoff.

Herr **Milner** [β]) hat einen für die Antiphlogiſtiker ſehr günſtigen Verſuch mit Salpetergas angeſtellt, woraus ſie mit Gewißheit zu folgern glauben, daß der Stickſtoff einen Beſtandtheil des Salpetergas ausmache. Er ließ nämlich Salpetergas durch einen glühenden Flintenlauf ſtreichen, dadurch ſich alsdann das Gas ganz in Stickluft verwandelte. Nach der Meinung der Antiphlogiſtiker verbindet ſich hierbey der Sauerſtoff des Salpetergas mit dem Eiſen, das dadurch verkalkt wird; der frey gemachte Stickſtoff aber bildet mit Wärmeſtoff das Stickgas. Allein nach Herrn **Göttlings** neuern Verſuchen entſteht hier vielmehr Stickſtoffluft durch Einwirkung des Lichtes. Es bleibt daher die Erklärung der Antiphlogiſtiker noch vielen Zweifeln unterworfen.

Dem

α) Grundriß der Naturlehre. Halle, 1797. 8. §. 1014.

β) Philoſ. tranſact. Vol. LXXIX. 789. p. 300. überſetzt in Grens Journal der Phyſik. B. III. S. 83 u. f.

Dem Herrn **van Marum** *) iſt es gelungen, eine Zerlegung des Salpetergas durch den elektriſchen Funken zu bewirken, welches er in einer Röhre über ätzender alkaliſcher Lauge eingeſchloſſen hatte. Bey fortgeſetztem Elektriſiren wurde von der Lange etwa $\frac{3}{4}$ vom Salpetergas verſchluckt. Nachdem er nun ein Papier in die Lauge eintauchte, und es alsdann verbrannte, ſo gab es durch Kniſtern zu erkennen, daß ſich eine beträchtliche Menge Salpeterſäure in ſelbige begeben hatte. Durch Beymiſchung der atmoſphäriſchen Luft mit der rückſtändigen Luft ging bey eudiometriſcher Prüfung keine Verminderung des Volumens vor ſich, ſondern es zeigte ſich vielmehr dieſe rückſtändige Luft durch alle Proben als Stickluft. Nachher zeigte ſich auch, daß die bloße Lauge ohne Funken eben dieſelbe Verwandlung, wiewohl viel langſamer, bewirke. Herr **van Marum** ſcheint geneigt, hieraus gegen das neue Syſtem zu ſchließen, daß das Salpetergas eine bloße Miſchung aus Salpeterſäure und Stickgas ſey, weil der elektriſche Funke bloß mechaniſch wirke, und es in dieſe Beſtandtheile zerlege. Allein dieſer Verſuch kann für keines von beyden Syſtemen entſcheiden, weil er auch nach dem antiphlogiſtiſchen Syſtem erkläret werden kann. Im Salpetergas ſind nämlich ungefähr 2 Theile Sauerſtoff und 1 Theil Stickſtoff. Dieſe zwey Theile Sauerſtoff können nur $\frac{1}{2}$ Theil Stickſtoff bis zur vollkommenen Salpeterſäure ſättigen und mit der Lauge verbinden; der übrige halbe Theil Stickſtoff bleibt alſo ohne Sauerſtoff mit bloßem Wärmeſtoffe vereiniget, mithin als Stickgas zurück.

Die Bildung der Grundlage des Salpetergas iſt aber noch nicht der erſte Grad der Säurung des Radicals der Salpeterſäure, ſondern es gibt noch einen niedrigern. Wenn man nämlich Salpetergas über angefeuchtetem Eiſenfeil oder angefeuchteter Schwefelleber ſtehen läßt, ſo erleidet es eine Verminderung ſeines Volumens von etwa $\frac{2}{3}$, und erhält ganz andere Eigenſchaften, als es vorher beſaß. Dieß noch rück-

*) Prem. continuation des expériences faites par le moyen de la machine Teylerienne. Haarlem, 1787. 4maj.

rückſtändige Gas, welches **Prieſtley** entdeckte, und ihm den Nahmen **dephlogiſtiſirte Salpeterluft** gab, haben die holländiſchen Gelehrten weiter unterſuchet, und es als **gasförmige azotiſche Halbſäure** (oxide gaſeux d'azote) betrachtet *). Herr **Gren** nennt dieſes Gas **ſauerſtoffhaltiges Stickgas** (gas azotóſum).

Die holländiſchen Gelehrten haben an dieſem Gas folgende Eigenſchaften wahrgenommen; eine Kerze brennt in ſelbigem mit verſtärkter und lebhafter Flamme; glimmendes Docht wird darin wieder von ſelbſt zur flammenden Entzündung gebracht; ſein Umfang erleidet durch Vermiſchung von reſpirabler Luft oder Salpetergas keine Verminderung, und bringt damit keine rothen Dämpfe zu Wege. Vom Waſſer wird es verſchluckt, und brennt mit etwas brennbarem Gas vermiſcht mit Exploſion ab; brennender Phosphor, Schwefel und Kohle verlöſchen und Thiere erſticken darin.

Man kann dieſes Gas auch durch Auflöſungen gewinnen. So gibt die Auflöſung des Eiſens in einer Miſchung von Schwefelſäure und Salpeterſäure, beyde mit Waſſer verdünnt, zuerſt brennbares Gas, nachher azotiſche Halbſäure und zuletzt gemeines Salpetergas. Ferner gibt die Auflöſung des Zinks in der mit vielem Waſſer verdünnten Salpeterſäure vom Anfange der Operation, und noch ehe die Auflöſung braun wird, ſehr reine azotiſche Halbſäure. Auch gewinnt man es in großer Menge durch Erhitzung des ſalpeterſauren Ammoniaks.

Nach der Berechnung befinden ſich in 100 Theilen azotiſcher Halbſäure 37 Theile Sauerſtoff und 63 Theile Stickſtoff. Es läßt ſich daraus erklären, wie dieſes Gas aus dem Salpetergas entſtehen kann. Es wird nämlich der Baſis des Salpetergas noch Sauerſtoff entzogen, jedoch aber nicht aller,

*) Ueber die Natur des von Prieſtley ſo genannten dephlogiſtiſirten Salpetergas oder der gasförmigen azotiſchen Halbſäure, von J. R. Deimann, Paets van Trooſtwyk, P. Niewland, N. Bondt und A. Lauwernburgh; aus dem journal de phyſ. Tom. XLIII. p. 321 ſqq. überſ. in Grens neuem Journal der Phyſik. B. 1. S. 243 f.

aller, welchen ſie enthält, und nach Herrn Gren dagegen noch mehr Brennſtoff mitgetheilet, dadurch bildet nun das Radical der Salpeterſäure, mit noch weniger Sauerſtoff verbunden, die Baſis einer andern vom Salpetergas verſchiedenen Gasart.

Die Auflöſungen von Eiſen, Zinn und Zink in concentrirter Salpeterſäure geben bloß Salpetergas. Wenn aber hierzu Waſſer kömmt, ſo ſäuren ſich dieſe Metalle bloß auf Koſten des Waſſers, es entſteht brennbares Gas und Salpetergas; erſteres ziehet den Sauerſtoff des letztern an, und verwandelt dieſes in azotiſche Halbſäure. Das ſalpeterſaure Ammoniak enthält Sauerſtoff, Waſſerſtoff und Stickſtoff; durch die Erhitzung aber werden die Verwandtſchaften geändert; ein Theil Sauerſtoff verbindet ſich mit Waſſerſtoff zu Waſſer, und es bleibt daher weniger Sauerſtoff mit mehr Stickſtoff verbunden als azotiſche Halbſäure.

Obgleich ſonſt der Stickſtoff den enthaltenen Sauerſtoff an verbrennliche Körper ſehr leicht abtritt, ſo hält er doch denjenigen Antheil vom Sauerſtoff, womit er die azotiſche Halbſäure bildet, ſo feſt, daß er weder von dem Phosphor, Kohle und Schwefel, noch durch Schwefelleber und durch ſalzſaures Zinn angezogen werden kann. Daher erkläret es ſich, daß weder Phosphor, noch Kohle, noch Schwefel in dieſem Gas fortbrennen können. Unter allen verbrennlichen Körpern iſt aber der Waſſerſtoff der einzige, welcher dieſen Antheil Sauerſtoff vom Stickſtoffe zu trennen, mithin die azotiſche Halbſäure zu zerſetzen vermag. Dieſerwegen brennen die Kerzen in dieſem Gas, in ſo fern ſie Waſſerſtoff enthalten, und dieß iſt der Grund der verſtärkten Flamme der Lichtkerzen.

Sollen aber Thiere in einer Gasart athmen, ſo muß ihr Kohlenſtoff Sauerſtoff darin finden, mit welchem er ſich vereinigen kann. Weil nun der Sauerſtoff der azotiſchen Halbſäure eine größere Verwandtſchaft mit der Baſis hat, als mit dem Kohlenſtoff, ſo ſterben auch die Thiere darin.

Es iſt alſo das Radical der Salpeterſäure mehrerer Grade der Säurung fähig. Der erſte oder niedrigſte Grad iſt die Baſis der azotiſchen Halbſäure, der zweyte die Baſis des Salpetergas, der dritte die ſalpetrige Säure und der vierte und letzte die Salpeterſäure.

Gas, ſalpeterſaures, ſalpeterſaure Luft, phlogiſtiſirte Salpeterſäure, Salpeterdämpfe, unvollkommene Salpeterſäure in Dampfgeſtalt (gas acidum nitroſum, acidum nitri phlogiſticatum, mephitis acida nitri, gas ou air acide-nitreux). Es iſt dieſes eigentlich gar kein Gas zu nennen, und iſt im Grunde nichts weiter als die ſalpetrige Säure (acide nitreux). Wenn man nämlich die Salpeterdämpfe mit der atmoſphäriſchen Luft in verſchloſſenen Gefäßen vermiſcht, ſo verlieren ſie nach und nach ihre Röthe, werden klar und durchſichtig, und eben dieſe ungefärbte Miſchung der Salpeterdämpfe mit der atmoſphäriſchen Luft in verſchloſſenen Gefäßen betrachtet man als das ſalpeterſaure Gas. Sobald aber dieſe Luft mit dem Waſſer in Berührung kömmt, ſo wird ſie von dieſem ſogleich eingeſogen.

Dieſe Dämpfe erhält man durch Erhitzung der reinen Salpeterſäure, durch Auflöſung einiger Metalle in Salpeterſäure u. ſ. w. Fängt man ſie vermittelſt des pnevmatiſch-chemiſchen Apparats über Queckſilber auf, ſo verlieren ſie ebenfalls ihre Röthe, wenn auch keine atmoſphäriſche Luft dazu kömmt.

Dieß Gas färbt die Lakmustinktur roth, die Mennige weiß. Mit dem Waſſer brauſet es, und macht mit demſelben ein ſchwaches, rothes, dampfendes ſalpeterſaures Gas.

Gas, ſalzſaures, kochſalzſaures; ſeeſaure, kochſalzſaure Luft, luftige Salzſäure, Kochſalzſäure (gas muriaticum, aër muriaticus, aër acidus ſalinus ſ. marinus, mephitis muriatica, gas acidum muriaticum, gas ou air acide-marin, gas acide muriatique) iſt nichts weiter als die Kochſalzſäure in Luftgeſtalt.

Cavendiſh nahm wahr, daß er eine Luftart erhielt, welche ſogleich vom Waſſer eingeſogen wurde, wenn er Kochſalzſäure auf Kupfer gegoſſen hatte. Dieſe Beobachtung gab Prieſtley Veranlaſſung, mehrere Verſuche mit Aufgüſſen von verſchiedenen Säuren auf Metalle anzuſtellen, und er entdeckte, daß der Dampf, welcher ſich bey Vermiſchung des gemeinen Salzes mit Schwefelſäure erzeugt, in luftförmiger Geſtalt dargeſtellet werden könne.

Man erhält das ſalzſaure Gas am beſten auf folgende Art: man bringt zwey Theile Kochſalz in eine gläſerne Tubulatretorte mit einem langen Halſe, welche in einem erwärmten Sandbade liegt, trägt hierzu nach und nach einen Theil ſehr concentrirter Schwefelſäure, und bringt die Mündung der Retorte unter den Trichter der mit Queckſilber angefüllten Wanne, wo eine wirklich permanent elaſtiſche, durchſichtige, farbenloſe Flüſſigkeit als Luftblaſen in die mit Queckſilber gefüllten Vorlagen in die Höhe ſteigt. Man gewinnt auch dieſes Gas ſehr bequem, wenn man reine Salzſäure in einem Kolben erhitzt, und die aufſteigenden Dämpfe im Queckſilberapparat auffängt. Der rauchende, ſehr concentrirte Salzgeiſt gibt ſchon von ſelbſt Dämpfe von ſich, welche alle Eigenſchaft des ſalzſauren Gas an ſich tragen.

Dieſes Gas verliert ſeine luftförmige Geſtalt ſogleich bey Vermiſchung mit reſpirabler Luft, und verwandelt ſich unter Erwärmung in weißgrauen Nebel, wobey auch eine Verminderung des Volumens der reſpirablen Luft vorgehet. Je feuchter die reſpirable Luft iſt, deſto ſtärker ſind die entſtehenden Nebel. Von Geſchmack iſt es ſehr ſauer und hat den Geruch des rauchenden Salzgeiſtes; den Veilchenſyrup und die Lakmustinktur röthet es ſogleich; es tödtet die Thiere ſogleich, löſcht die Lichter aus, doch mit dem Umſtande, daß die Flamme vor ihrem Verlöſchen, und in dem Augenblicke, da man ſie wieder anzündet, eine ſchöne grüne oder hellblaue Farbe annimmt. Das Kalkwaſſer trübt es nicht, ſondern verwandelt es vielmehr in ſalzſauren Kalk. Die ätzenden Alkalien nehmen es mit Erwärmung in ſich

auf, und werden damit zu ſalzſauren Neutralſalzen. Vom Waſſer wird es augenblicklich in großer Menge und mit Erhitzung eingeſogen. Nach **Prieſtley** nehmen $2\frac{1}{3}$ Gran Regenwaſſer drey Unzenmaße ſalzſaure Luft in ſich. Durch dieſe Anſchwängerung wird das Waſſer ſauer, und endlich zum ſtärkſten rauchenden Salzgeiſte, wenn es ganz mit dieſer Luft geſättiget iſt. Daher läßt ſich bey ſeiner Bereitung das Waſſer nicht zum Sperren anwenden. Durch dieſe Sättigung vergrößert ſich das Volumen des Waſſers um ein Drittel, und ſein Gewicht verdoppelt ſich; das Eis ſchmelzt hierin ſehr ſchnell, und das Gas wird augenblicklich verſchluckt. Das ſalzſaure Gas und das Ammoniakgas vernichten ſich beym Zuſammentreffen ſogleich; es entſteht dabey eine weiße Wolke unter Erwärmung, und beyde bilden zuſammen einen wahren Salmiak, welcher ſich an die Wände der Gefäße oder über Queckſilber abſetzet, welches man zum Sperren gebrauchet. Es iſt beträchtlich ſchwerer als die atmoſphäriſche Luft, und verhält ſich nach **Fontana** gegen dieſe wie 1,698:1,000. Vom kohlenſauren Gas, vom Stickſtoffgas, vom hepatiſchen Gas, vom Salpetergas und vom brennbaren Gas wird es nicht zerſetzt, vorausgeſetzt, daß jene nichts Wäſſeriges bey ſich führen.

Uebrigens hat Herr **Prieſtley** durch eine große Menge von Verſuchen gefunden, daß ſich das ſalzſaure Gas ganz eben ſo, wie der tropfbare Salzgeiſt, nur weit ſtärker als dieſer verhält. So löſet dieß Gas verſchiedene Metalle und metalliſche Kalke auf, greift auch diejenigen Gläſer ſtark an, welche viel Bleykalk enthalten; die Oele verdickt es, denen es beygemiſcht wird, und der Weingeiſt mit ihm verbunden löſet das Eiſen auf.

Alle dieſe Eigenſchaften zeigen deutlich, daß das ſalzſaure Gas eine wahre durch die Einwirkung der Wärme in luftförmige Geſtalt gebrachte Kochſalzſäure ſey. Wenn es daher mit dem Waſſer in Berührung kömmt, ſo nimmt dieſes ſeine Baſis auf und entläßt den Wärmeſtoff. Die Verwandlung des ſalzſauren Gas in Nebel bey Berührung

der

der reſpirablen Luft, muß man zwar der Feuchtigkeit der Luft zuſchreiben, weil aber dabey auch reine Luft zerſetzet wird, ſo muß es noch etwas Sauerſtoff aufnehmen, wobey ſich zugleich die entſtehende Wärme erkläret. Jedoch zieht es aus der Lebensluft nicht ſo viel Sauerſtoff an, daß es dadurch in vollkommene Salzſäure verwandelt würde.' Gleichwohl hat die Baſis des ſalzſauren Gas eine große Verwandtſchaft mit dem Sauerſtoffe und iſt fähig, ſich mit mehrerem zu verbinden; in dieſem Zuſtande erſcheinet ſie dann in andern Verhältniſſen und Eigenſchaften: ſie wird nun zur vollkommenen Säure, welcher **Scheele** den Nahmen **dephlogiſtiſirte Salzſäure** (oxygenirte) gab. M. ſ. **Salzſäure, dephlogiſtiſirte.**

Gas, vitriolſaures, flüchtiges ſchwefelſaures Gas, vitriolſaure Luft, luftförmige Schwefelſäure, luftförmige phlogiſtiſirte Vitriolſäure, Schwefelluft, ſchwefelſaures Gas, unvollkommene Schwefelſäure in Dampfgeſtalt (gas acidum vitriolicum, gas acidum ſulphureum volatile, aër acidus vitriolicus, acidum vitrioli phlogiſticatum aëriforme, mephitis acida ſulphuris, gas acidum ſulphureum, gas ou air acide vitriolique, acide de ſoufre aëriforme, gas acide ſulfureux) iſt bloß die flüchtige Schwefelſäure in Luftgeſtalt.

Prieſtley, welcher bereits die Dämpfe des Salpetergeiſtes in luftförmiger Geſtalt dargeſtellet hatte, machte ähnliche Verſuche mit den Schwefeldämpfen, die die Schwefelſäure mit entzündlichen Körpern verbunden ausſtieß, und gewann daher eine Luft, die er **vitriolſaure Luft** nannte.

Man erhält dieſes Gas auf folgende Art: man ſchütte gleiche Theile Queckſilber und Vitriolöl in eine gläſerne Retorte zuſammen, welche mit der pnevmatiſchen Queckſilberwanne in Verbindung iſt, und erhitze das Gemenge im Sandbade bis zum Sieden. Dadurch geht dieſe Gasart über. Zur Gewinnung dieſer Luftart dienen auch andere Metalle, welche von der Schwefelſäure angegriffen werden;

den; auch Oele, Weingeiſt, Aether und vorzüglich Kohlen u. ſ. ſ.

Es iſt dieſes Gas ſpecifiſch ſchwerer, als atmoſphäriſche Luft; nach Fontana iſt es noch ein Mahl ſo ſchwer, als die gemeine Luft, und es wiegt ein Cubikzoll bey 10° Reaum. und 28 Zoll Barometerhöhe 1,00820 Gran. Es hat einen ſehr ſtechenden und erſtickenden Geruch, welcher dem des verbrennenden Schwefels vollkommen gleich iſt, und einen ſehr ſchwachen ſäuerlichen Geſchmack. Zum Athemhohlen für Thiere iſt es ganz untauglich, und dieſe erſticken darin ſehr ſchnell. Das Feuer löſcht es ſogleich aus, und kein entzündlicher Körper kann darin in Brand geſetzet werden. Vom Waſſer wird es verſchluckt, und zwar nicht allein vom kalten, ſondern auch vom ſiedenden, ſo daß 100 Theile Waſſer 5 Theile von dieſem Gas dem Gewichte nach in ſich nehmen. Das hierdurch angeſchwängerte Waſſer iſt hell und klar, und erhält alle Eigenſchaften der phlogiſtiſirten Vitriolſäure, hat einen ſchwach ſäuerlichen Geſchmack und einen durchdringenden ſchwefligen Geruch. Den Veilchenſyrup röthet es zwar, zerſtöret aber endlich ſeine Farbe ganz. Auch die Tinktur der Roſenblätter und andere Pigmente verlieren ihre Farbe dadurch gänzlich. Merkwürdig iſt dabey, daß die gemeine Schwefelſäure dieſe Farbe wieder herſtellet. Von der gemeinen und gewöhnlichen Schwefelſäure unterſcheidet es ſich durch den erſtickenden und durchdringenden Geruch, welcher mit dem vom verbrennenden Schwefel ganz übereinkommt. In der reſpirablen Luft verwandelt es ſich mit der Zeit in verdünnte Schwefelſäure, wobey die Lebensluſt vermindert wird.

Das Eis ſchmelzt in der vitriolſauren Luft, obgleich die Anſchwängerung damit das Gefrieren des Waſſers nicht hindert. Auch löſet dieſes Gas den Kampfer, das Eiſen und das Kupfer auf; es treibt aus keinem Mittel- oder Neutralſalze die Säure aus, wohl aber aus den milden Laugenſalzen die Luftſäure.

Wenn

Wenn man das vitriolſaure Gas mit atmoſphäriſcher oder noch mehr mit dephlogiſtiſirter Luft vermiſcht, ſo entſtehet einige Wärme. Wäſcht man dieſe Miſchung im Waſſer, ſo wird die Säure von dieſem ſchnell eingeſogen, und die reſpirable Luft iſt nun phlogiſtiſiret, und ihr Volumen hat eine Verminderung erlitten.

Die Baſis dieſes Gas iſt die unvollkommene Schwefelſäure, welche ſich von der gemeinen und reinen Schwefelſäure durch ihren erſtickenden und durchdringenden Geruch unterſcheidet, welcher mit dem vom brennenden Schwefel ganz übereinkömmt; auch durch ihre Flüchtigkeit, welche ſo groß iſt, daß ſie ſchon bey Berührung der Luft verfliegt, und welche hindert, daß ſie nie concentrirt dargeſtellet werden kann; endlich auch durch ihre mindere Säure.

Weil dieſe unvollkommene Schwefelſäure bey dem Grade der Temperatur und des Drucks unſerer Atmoſphäre, worin wir leben, luftförmig iſt, ſo gibt ſie auch in Verbindung mit dem Wärmeſtoffe das vitriolſaure Gas. Das Waſſer entziehet dem Wärmeſtoffe die Baſis, und wird daher flüſſige, unvollkommene Schwefelſäure. An der reſpirablen Luft nimmt dieſe unvollkommene Schwefelſäure nach und nach mehr Sauerſtoff in ſich auf, und wird dadurch vollkommene Schwefelſäure; daraus erkläret ſich alſo auch die Verminderung des Volumens der reſpirablen Luft und die Phlogiſtiſirung derſelben.

M. ſ. **Prieſtley** Verſuche und Beobachtungen über verſchiedene Gattungen der Luft, a. d. Engl. III. Theile. 8. Wien, 1778. 1779. 1780. Verſuche und Beobachtungen über verſchiedene Zweige der Naturlehre, aus dem Engl. I. Band. Leipz. 1780. II. Band. Wien und Leipz. 8. an verſchiedenen Stellen. Aërologiae phyſico-chemicae recentioris primae lineae. Sc. *Io. Gottfr. Leonhardi*, Lipſ. 1781. 4. **Tib. Cavallo** Abhandlung über die Natur und Eigenſchaften der Luft und der übrigen beſtändig-elaſtiſchen Materien, a. d. Engl. Leipzig, 1783. gr. 8. **Lavoiſier** Syſtem der antiphlogiſtiſchen Chemie, aus dem Franzöſ. durch **Hermbſtädt**

ſtädt, I. Bd. Berlin u. Stett. 1792. gr. 8. **Gren** Grundriß der Naturlehre, Halle 1797. gr. 8. an verſch. Stellen. **Desſelben** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Halle, 1794. 8. Bd. I. Desſelben altes und neues Journal der Phyſik an verſchiedenen Stellen. **Girtanner** Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie, Berlin, 1795. 8. **Göttling** Beytrag zur Berichtigung der antiphlogiſtiſchen Chemie, auf Verſuche gegründet. Weimar, 1794. 8. 2. St. 1798. 8.

Gazometer, Gaſometer, Luftmeſſer (gazometrum, gazomètre) iſt ein von **Lavoiſier** angegebener Apparat, den er und **Meusnier** zu verſchiedenen Verſuchen mit Gasarten, beſonders aber zu beſtimmten Abmeſſungen des Volumens derſelben erfunden haben. Mit dieſem Apparat hat man vorzüglich den merkwürdigen Verſuch von der Wassererzeugung aus dephlogiſtiſirter und brennbarer Luft, vermittelſt der Verbrennung dieſer beyden Luftarten, angeſtellet, und dieſerwegen verſteht man auch jetzt gewöhnlich unter dem Worte **Gazometer** eine Vorrichtung, welche dazu beſtimmt iſt, um das Verbrennen dieſer beyden Gasarten bequem zu verrichten, theils die Quantitäten der hierzu angewendeten Luft in beſtimmten Verhältniſſen genau zu meſſen, und endlich auch das dadurch erhaltene Waſſer gehörig zu ſammeln und zu wägen.

Der Herr **van Marum** a) hat den Apparat, welcher nach **Lavoiſier** Beſchreibung zu ſehr zuſammengeſetzet und koſtbar war, weit einfacher und bequemer eingerichtet. Die letzten abgeänderten Verbeſſerungen dieſes Werkzeuges ſind im Weſentlichſten folgende: in der fig. 81. iſt a a ein Ballon mit ſeinem Fußgeſtelle, worin die Verbrennung der beyden Luft-

a) Beſchreibung eines Gazometers u. ſ. w. in einem Schreiben an Hrn. Berthollet; in Grens Journal der Phyſik. Bd. V. S. 154 u. f. Beſchreibung eines ſehr einfachen Gazometers u. ſ. w. in einem zweyten Schreiben an Berthollet; in Grens Journ. d. Phyſ. B. VI. S. 3 u. f. Deſcription de quelques appareils chimiques nouveaux et perfectionnés de la fondation Teylerienne et des expériences faites avec ces appareils par *Mart. van Marum* à Haarlem 1798. gr. 4.

Luftarten vor ſich gehen ſoll, und in welchen zwey gläſerne gekrümmte Röhren ſich enden. Eine jede von dieſen Glasröhren iſt mit einer gläſernen Glocke verbunden, deren man ſich alſo auf jeder Seite eine mit dem dazu gehörigen Apparate vorſtellen muß, wovon hier in der Zeichnung alles dieſes nur zur Rechten abgebildet iſt. Die Glocke ruht auf dem Tiſche p, und beſitzet eine Skale, welche den Inhalt der Glocke vom Rande der kupfernen Einfaſſung mm an gerechnet in Cubikzollen angibt. Die Skale ſelbſt iſt von Elfenbein, und an ein Kupferblech befeſtiget, welches an die Einfaſſung mm, welche einen Zoll hoch auf dem Tiſche feſt iſt, angeſchraubet wird. Das obere Ende der Skale geht bis zur innern Fläche des Randes der Zwinge rr fort, und iſt daſelbſt ebenfalls mit einer Schraube befeſtiget. Dieſe Glocke iſt nun das eigentliche Gazometer oder das Maß des Luftvolumens.

Neben der Glocke befindet ſich der Glascylinder gg mit zwey Hähnen nn verſehen, durch welche das im Cylinder befindliche Waſſer abgelaſſen, und auf jede beliebige Höhe geſtellet werden kann. Der Heber kkbcd, der überall die Weite von ungefähr ½ Zoll haben muß, beſtehet aus drey Stücken; kk iſt eine gläſerne, faſt bis auf den Boden der Glocke herabgehende Röhre durch den Hahn f, mit der gekrümmten kupfernen Röhre bc verbunden; de iſt abermahls eine gläſerne Röhre, welche oben in die an bc angeſchraubte kupferne Zwinge o gekittet iſt, und unten faſt bis in den Boden des Gefäßes reicht, in welchem der gläſerne Cylinder gg ſtehet. Der Heber kkbcd macht, wenn er mit Waſſer angefüllt iſt, zwiſchen der Glocke und dem Cylinder gg eine ſolche Verbindung, daß ſich das Waſſer in beyden in gleiche Höhe zu ſetzen ſuchet, wenn es in der Glocke höher ſteht, als im Cylinder, ſo läuft es aus jener in dieſen und umgekehrt in jene, wenn es im Cylinder höher ſteht. Da man nun ſeine Höhe im Cylinder durch die Hähne nn nach Gefallen ändern kann, ſo kann man auch nach Belieben Waſſer in die Glocke hinein, oder aus ihr herauslaufen laſſen.

Um

Um Waſſer in das Gazometer zu gießen, kann auf den Hahn f ein Trichter angeſchraubet werden, deſſen Durchſchnitt durch die Linien u u vorgeſtellet ſind. Iſt das Gazometer mit Waſſer angefüllet worden, ſo dient auch dieſer Trichter, den Heber b c auf den Hahn f bringen zu können, ohne daß die äußere Luft eindringe. Man gießt nämlich in den Trichter Waſſer, nachdem man den Hahn f geſchloſſen hat. Wenn nun nachher der Cylinder g g mit Waſſer gefüllt iſt, welches ſich dann auch in der Röhre d e in dieſelbe Höhe ſtellt, ſo zieht man das Waſſer durch Saugen an dem Ende b in den Heber b c, bis es bey b ausfließt. Man verſchließt nur dieſe Oeffnung mit dem Finger, und bringt ſie auf den Hahn, bis ſie ſich unter der Waſſerfläche im Trichter u u befindet.

Um nun das Gazometer mit einer Gasart zu füllen, öffnet man den Hahn h, und läßt das Waſſer aus dem Cylinder g g auslaufen, bis es in ſelbigem tiefer als in der Glocke ſtehet. Hierauf befeſtiget man auf den Hahn l ein biegſames Rohr, das mit einer auf dem Traggeſimſe der pnevmatiſchen Wanne befindlichen und mit einer Luftart angefüllten Glocke in Verbindung iſt, und öffnet den Hahn l; dadurch tritt die Gasart in das Gazometer, und das darin befindliche Waſſer geht durch den Heber k k b c in den Cylinder g g hinüber. Dieſes Füllen wird fortgeſetzet, indem man den Hahn h öffnen läßt, damit das Waſſer, das durch den Heber in den Cylinder tritt, ablaufen könne, und das Waſſer im Cylinder beſtändig einige Zolle tiefer bleibe als im Gazometer. Zugleich muß aber die Glocke, aus welcher die Gasart in das Gazometer übergelaſſen wird, auf die gewöhnliche Art mit der nöthigen Gasart verſehen werden. Wenn nun auf dieſe Weiſe das Füllen bald geendigt iſt, ſo wird der Hahn h geſchloſſen, und dagegen der untere Hahn n geöffnet, deſſen Oeffnung ſich mit dem Anfange der Skale des Gazometers in einer Horizontallinie befindet. Das Waſſer tritt alſo nun genau bis an dieſe Linie, und das Gazometer iſt mit der Gasart bis an die Null der Skale angefüllt.

füllt.

füllt. Ehe aber doch der Hahn l wieder verſchloſſen wird, muß dafür Sorge getragen werden, daß das Waſſer in der Glocke, aus welcher die Füllung geſchieht, nicht höher ſtehe, als das Waſſer in der Wanne, damit die Luft in der Glocke, folglich auch in dem Gazometer, eben ſo dicht als die atmoſphäriſche Luft ſey.

Damit nun die Luft in den Ballon überſtrömen könne, muß durch den Hahn q mehr Waſſer in den Cylinder g g gelaſſen werden, daß es in dieſem höher, als in dem Gazometer ſtehe, und der Heber es durch ſein Zurücklaufen wieder in das letztere bringe. Weil der Heber das Waſſer aus dem Cylinder g g in den Gazometer deſto ſchneller hinüberbringt, je mehr die Waſſerhöhe im Cylinder die im Gazometer übertrifft, ſo folgt daraus, daß man nach Gefallen das Waſſer in das Gazometer leiten könne. Das herüber getriebene Waſſer verurſachet nun, daß die im Gazometer befindliche Gasart durch den Hahn l in den Ballon übergehet. Hierbey hat man es nun in ſeiner völligen Gewalt, eine beſtimmte Menge von der Gasart in den Ballon überſtrömen zu laſſen, nachdem man das Waſſer im Cylinder mehr oder weniger hoch über der Oberfläche des Waſſers im Gazometer ſtehen läßt. Auf dieſe Weiſe erhält man das, was bey **Lavoiſier** preſſion heißt, d. i. die Regulirung des Drucks, welcher die Gasart aus dem Gazometer heraus treibt.

Da nun das Waſſer in dem Behältniſſe, aus welchem es durch den Hahn q in den Cylinder g g kömmt, nach und nach immer niedriger ſinkt, und daher immer weniger druckt, je mehr es ausläuft, ſo muß der Hahn, ſo wie der Druck abnimmt, nach und nach immer mehr geöffnet werden, um den Druck, welcher die Gasart aus dem Gazometer treibt, gleichförmig zu machen. Beym Verſuche muß man alſo einen Gehülfen haben, welcher die Hähne q regulirет, wenn man die Gazometer auf beyden Seiten zugleich anwendet. Der Druck, welcher die Gasart austreibt, wird durch Hülfe eines Maßſtabes beobachtet, welcher in Zolle und Linien ge-

theilet iſt, und zwiſchen dem Gazometer und dem Cylinder gg ſich befindet.

Um nun durch ein fortgeſetztes und langſames Verbrennen die Waſſererzeugung leicht und mit wenigen Koſten vorzunehmen, gebrauchet der Herr **van Marum** einen gläſernen Ballon von 10 Zoll im Durchmeſſer, welcher einen Hals von 1¼ Zoll Weite und ungefähr zwey Zoll Länge hat. Der Rand der Oeffnung iſt abgeſchliffen, um den Ballon vermittelſt wenigen Wachſes oder Talges auf einen ebenen geſchliffenen kleinen Teller zu ſtellen, damit keine Luft in ſelbigen treten könne. Dieſer Teller hat einen Zapfen mit einem Hahne, vermittelſt welchen man den Ballon auf die Luftpumpe anſchraubt, ihn luftleer machet und alsdann mit Sauerſtoffluft anfüllet. Hiernächſt wird der Teller weggenommen, und der Ballon ſo ſchnell als möglich auf den kupfernen Ring geſtellt, welcher von einem in der Figur vorgeſtellten Fußgeſtelle getragen wird. Vorher iſt aber auf das Tiſchchen eine Schale mit Queckſilber geſtellet worden, worein der Hals des Ballons eingetauchet iſt, wenn er auf dem kupfernen Ringe ruhet. Hierdurch iſt das Sauerſtoffgas in dem Ballon völlig geſperrt. Weil die Oeffnung deſſelben nur 1¼ Zoll im Durchmeſſer hat, ſo kann auch die Veränderung der Luft in dem Augenblicke, da der Ballon offen iſt, wenn er an ſeinen Ort geſtellet wird, nicht merklich ſeyn.

Die gekrümmten Glasröhren aus beyden Gazometern gehen in den Ballon mit den vertikalſtehenden Enden aa, die einander berühren. Weil der Durchmeſſer derſelben nur ⅜ Zoll beträgt, ſo gehen ſie auch ſehr leicht in den Hals des Ballons. Dieſe Röhren bringt man vorher auf die Gazometer, ehe der Ballon an ſeine Stelle geſetzet wird. Sie ſind in kupferne Röhren t eingekittet, welche auf die Hähne l angeſchraubet werden.

Die Oeffnungen des Endes der Glasröhre, wodurch das brennbare Gas in den Ballon tritt, iſt ſo gering, daß ſie

kaum

kaum einen Eiſendraht von $\frac{1}{50}$ Zoll Durchmeſſer einläßt. Von dieſem brennbaren Gas läßt man vermittelſt eines Drucks von 2 Zoll Waſſerhöhe einen kleinen Strom heraustreten, und zündet ihn in dem Augenblicke, da der Ballon auf das Queckſilber geſtellet wird, durch eine Lampe an.

Die Wärme der Flamme dehnt die im Ballon befindliche Sauerſtoffluft aus, und dieſe Ausdehnung erſetzet die Verzehrung der Luft im Umfange des Verſuchs, ſo daß ſich das Luftvolumen im Ballon nicht eher vermindert, als bis das Verbrennen einige Minuten gedauert hat. Aus dieſer Urſache wird auch der Hahn des Gazometers, welches die Lebensluft zum Ballon liefert, nicht eher geöffnet, als bis man die Verminderung des Luftvolumens durch das Aufſteigen des Queckſilbers in dem Halſe des Ballons gewahr wird. Das Sauerſtoffgas läßt der Herr **van Marum** in den Ballon durch einen Druck von zwey Linien, und das brennbare Gas durch einen Druck von zwey Zollen Waſſerhöhe.

Durch dieſen einfachen Apparat iſt es dem Herrn **van Marum** gelungen, Waſſer aus der Verbrennung der beyden Luftarten zu erzeugen, welches von aller Säure frey war, und beynahe keinen Geſchmack hatte. Es kann zwar dieſer Verſuch nicht weiter getrieben werden, als bis der ganze Inhalt des Gazometers, welches das brennbare Gas enthält, verzehret iſt; allein es ſind auch ſchon 1800 Cubikzoll, welche den körperlichen Inhalt dieſes Gazometers ausmachen, hinreichend, um dieſen Verſuch von der Waſſererzeugung auf eine genugthuende Art anzuſtellen. Will man jedoch von einem noch größern Luftvolumen ohne Unterbrechung Gebrauch machen, ſo kann man den Verſuch mit zwey ſolchen Gazometern anſtellen, wozu der Herr **van Marum** noch eine eigene Vorrichtung angibt. Ein einziger nachtheiliger Umſtand hierbey, welcher auf die genaue Vergleichung des erzeugten Waſſers mit dem Gewichte der verzehrten Luftarten einen Einfluß haben kann, iſt dieſer, daß man den Ballon

6 bis 8 Sekunden offen laſſen muß, um ihn an ſeine Stelle zu bringen und wieder wegzunehmrn, und daß man ein wenig brennbares Gas verlieret, wenn man es entzündet, ehe die Flamme in den Ballon eingeſchloſſen iſt. Indeſſen wird der dadurch verurſachte Irrthum von keiner großen Beträchtlichkeit ſeyn können.

Um das Gewicht des erzeugten Waſſers genau zu wiſſen, wird vor und nach dem Verſuche der Ballon und die Glasſchale mit dem Queckſilber, auf welchem ſich alles erzeugte Waſſer befindet, das an dem Ballon angehängte nicht mit gerechnet, gewogen. Hierauf trennt man das Waſſer vom Queckſilber, indem man alles in einen Glastrichter mit einer engen Röhre gießet, die man mit dem Finger verſchließet, und durch welche man das Queckſilber ablaufen läßt.

Wenn man die Beſchaffenheit der im Ballon zurückgebliebenen Luft unterſuchen will, ſo verſchließt man ihn noch vor dem Abwägen mit einem Kork, deſſen Gewicht bekannt iſt; hierauf ſtellet man den Ballon auf den Teller mit dem Hahne, und ſchraubet dieſen Hahn auf einen cylindriſchen Recipienten, welcher durch einen eiſernen Hahn geſchloſſen und luftleer iſt. Hiernächſt läßt man einen Theil der Luft in den Recipienten treten, indem man beyde Hähne öffnet, und bringt nachher dieſe Luft, wie gewöhnlich, in einen andern Recipienten auf den pnevmatiſch-chemiſchen Queckſilberapparat, um mit ihr die Unterſuchungen anzuſtellen.

Das Volumen der Gasarten wird gewöhnlich ſo beſtimmt, daß man ſie in graduirte Glocken bringt. Dieſe Glocken theilt man auf folgende leichte Art in Grade, wenn man ſich nur ein gewiſſes Maß, z. B. eine Flaſche, welche genau 10 Cubikzoll enthält, verſchaffet hat. Die in dieſer Flaſche enthaltene Luft läßt man unter die mit Waſſer gefüllte Glocke, und bemerkt die Grenzen des Raums, welchen ſie darin einnimmt, mit dem erſten Striche. Wenn man hierauf das zweyte, dritte u. ſ. Maß Luft hinzuläßt, und macht bey jedem Maße an der Grenze ein neues Zeichen, ſo erhält man eine Graduation von 10 zu 10 Cubikzoll. Während der Operation

ration müſſen Glas und Glocke ſo viel als möglich beſtändig in einerley Temperatur erhalten werden.

Eine andere Einrichtung des Gazometers hat der Herr **von Hauch** *) beſchrieben. Der Kürze wegen iſt in der fig. 82. nur die eine Hälfte zur Rechten gezeichnet worden, da ſich die andere Hälfte zur Linken leicht gedenken läßt: n ſind zwey viereckige Käſten von ſtarkem lackirten Blech 28 Zoll im Diameter; auch p ſind zwey Käſten, welche genau einen Cubikfuß geometriſchen Raum einnehmen; in dieſe beyden letzten Käſten werden die erforderten Luftarten verwahret, und dieſe führen eben den Nahmen Luftmeſſer oder Gazometer. In allen dieſen vier Käſten iſt die eine Seite von ſehr dickem und ſtarken Spiegelglas. Dieſe letztern Käſten p ſind durch die Schnuren a a a a ſo gehängt, daß ſie auf den Röllchen ſehr leicht beweget werden, und vermittelſt der Gewichte q q im vollkommenen Gleichgewichte ſind, man mag ſie entweder hinauf ziehen, oder in die auswendigen Käſten n herunterlaſſen.

e iſt ein gläſerner Ballon, im Diameter 12 Zoll, welcher auf einem Dreyfuß ruhet; der Hals iſt in eine breite meſſingene Einfaſſung luftdicht eingekittet, an welche die Platte g geſchraubet und ſo befeſtiget wird, daß zwiſchen dem inwendigen Raume des Ballons und der atmoſphäriſchen Luft keine Communication Statt finden kann. In der Platte g befinden ſich drey meſſingene Röhren b b c, wovon die beyden b b verbunden werden, ein jedes mit ſeinem Luftverwahrer, und das dritte c iſt zum Verbindungsrohre mit der Luftpumpe beſtimmt, um durch ſolche den Luftballon leer zu machen. Das eine meſſingene Rohr ſchließt ſich im Ballon mit einem Kügelchen l, in welchem ſich eine ſo kleine Oeffnung befindet, daß kaum die feinſte Stecknadel hineingebracht werden kann. In der Platte g wird außerdem ein meſſingener Draht d bemerkt, in ein gläſernes Rohr eingekittet und dadurch vollkommen iſoliret;

*) Beſchreibung eines Gazometers oder Luftmeſſers und einiger damit angeſtellten Verſuche, aus dem Däniſchen überſ. in Grens neuem Journale der Phyſik. Bd. II. S. 1 f.

liret; er endiget ſich in ein Kügelchen d. Das gläſerne Rohr iſt in einen meſſingenen Theil gekittet und befeſtiget, welcher in die Einfaſſung h auf das genaueſte eingeſchliffen iſt. Nach dieſer Einrichtung können die beyden Küchelchen l und d nach Belieben einander genähert oder von einander entfernet werden. Ein jedes von den Röhren b b ſchließt ſich in einen ſehr genau eingeſchliffenen Hahn i. Zwiſchen den beyden Röhren b b und dem Hahne i bemerket man die beyden gläſernen Röhren n, welche bey dem Verbrennen der beyden Luftarten mit abſorbirender Erde oder cauſtiſchem Laugenſalze angefüllet werden, damit die Luftarten, wenn ſie hierdurch gehen, das Waſſer, welches ſie bey der Auflöſung enthalten, abſetzen, und dadurch trocken in den Ballon kommen können.

An den Gazometern bemerket man die beyden Heber m, welche ſich in einen koniſchen Theil endigen, welcher in die Hähne i eingeſchliffen, und mit einer Schraubenmutter daran befeſtiget iſt.

An den Gazometern iſt längs des Spiegelglaſes eine in Zolle und Viertelzolle eingetheilte Skale angebracht, wodurch man beſtändig weiß, wie viel von jeder Luftart bey dem Verbrennen verbraucht worden iſt.

Oben auf den Gazometern ſieht man zwey Hähne o o, imgleichen ein kleines Heberbarometer ſ. Vermittelſt dieſes Barometers wird die Dichtigkeit der beyden Luftarten gegen die atmoſphäriſche Luft bemerkt. Die Hähne o o ſind zugleich beſtimmt, bey dem Waſſerfüllen der Luft Ausgang zu verſchaffen, und die Blaſen daran zu befeſtigen, welche mit den Luftarten angefüllt ſind. Dieſe treiben das Waſſer, wenn man die Hähne öffnet und die Blaſen drückt, aus den Gazometern heraus, und nehmen deſſen Stelle wieder ein. Da die in den Blaſen verwahrten Luftarten nicht eben ſo rein ſeyn können, als die im Glaſe aufbehaltenen, ſo verwarf der Herr **von Hauch** dieſe Art, die Gazometer mit den Luftarten zu füllen, und wendete dagegen folgende an: t iſt ein großes Glas, das ungefähr 20 Zoll hoch iſt, und im Diameter etwa 12 Zoll hat. Am Halſe der Flaſche iſt eine ſtarke meſſingene

Platte

Platte feſt gekittet, welche mit zwey Hähnen u und w verſehen iſt. Der Hahn u ſchließt ſich in eine koniſche Höhlung; hierein paßt ein krummes Rohr x, deſſen anderes Ende in den Gazometer hinaufgehet. Von dem Hahne w geht ein gläſernes Rohr gegen den Boden der Flaſche herab. Oben auf dem Hahne iſt ein hoher gläſerner Trichter y, den man nöthigen Falls wegnehmen kann.

Wenn das Glas t mit der erforderlichen Luftart gefüllet iſt, und beyde Hähne unter dem Waſſer geſchloſſen ſind, ſo ſetzt man das Glas an der Seite der Gazometer an ſeine gehörige Stelle; das krumme Rohr x bringt man in den Luftmeſſer, und füllt es mit Waſſer, indem man es an ſich ſaugt. Alsdann füllet man den Trichter y mit Waſſer, ſo daß ſolches hierin höher ſtehet, als im Rohre x. Wenn man nun beyde Hähne u und w öffnet, ſo ſinket das Waſſer durch das gläſerne Rohr in die Flaſche hinunter, und treibt dabey die Luft durch das Rohr x in das Gazometer. Hierdurch muß das Waſſer wieder aus den Luftmeſſern in den äußern Kaſten n gehen. Auf der Skale bemerkt man nun, wie hoch das Waſſer in den innern Käſten ſtehet, und alſo wie viel von jeder Luftart in jedem Luftmeſſer enthalten iſt.

Oben auf den Luftmeſſern ſind kleine Abtheilungen angebracht, das Gewicht darein zu legen, und ſo durch einen gleichen Druck die Luftarten aus den Luftmeſſern in den Ballon hineinzutreiben.

Der Gebrauch dieſer Vorrichtung iſt nun folgender: die Käſten n werden mit Waſſer gefüllt, und darauf die Hähne auf den Luftmeſſern p geöffnet. Dieſe werden nun durch ihre eigene Schwere in die Käſten n ſinken, und mit Waſſer gefüllet werden, wodurch die darin enthaltene atmoſphäriſche Luft durch die Hähne ausgehen kann. Alsdann verſchließt man die Hähne, und nun wird das in den Luftmeſſern n befindliche Waſſer dadurch, daß jeder mit der dazu beſtimmten Gasart auf die vorhin beſchriebene Art wieder aus den Flaſchen t angefüllet wird, getrieben. Jetzt wird der Ballon vermittelſt der Luftpumpe ſo luftleer als möglich gemacht,

wenn die mit den Röhren b b verbundenen Hähne vorher verſchloſſen worden ſind. Nunmehr öffnet man den Hahn, welcher ſich zwiſchen dem Ballon und dem Luftmeſſer befindet, der die dephlogiſtiſirte Luft enthält; die Luft geht dann durch das Rohr b und das Stück k in den Ballon hinein. In eben dem Augenblicke öffnet man den andern Hahn i, welcher ſich zwiſchen dem Ballon und dem Luftmeſſer befindet, welcher die inflammable Luft enthält. Dieſe Luft wird vermittelſt des oben auf dem Luftmeſſer gelegten Gewichtes, und des dadurch verurſachten Druckes, durch das Rohr b und das Stück k in den Ballon hineingehen, an der kleinen Oeffnung in der Kugel l. Wenn nun in dieſem Augenblicke ein elektriſcher Funke auf den iſolirten Draht d ſchlägt, ſo wird ſich die inflammable Luft entzünden, und ſo lange fortbrennen, als ſich in den Luftmeſſern die beyden benöthigten Luftarten befinden. Das auf den Luftmeſſern angebrachte Gewicht treibt die Luftarten im benöthigten Verhältniſſe in den Ballon hinein, welches durch die in den Röhren b b angebrachten Oeffnungen von verſchiedenen Dimenſionen beſtimmt wird.

Der Herr **von Hauch** hat darin mehrmahls gegen 1600 Cubikzoll dephlogiſtiſirte und 3000 Cubikzoll brennbare Luft, einige Mahl gegen 3000 dephlogiſtiſirte und gegen 5000 brennbare Luft verbrannt. Er hat aber das Waſſer durch ſolche Verbrennungen nie ganz rein erhalten können; die mehreſten Mahle fand er Salpeterſäure, bisweilen auch Salzſäure und Vitriolſäure darin, immer deſto mehr Säure, je ſchneller die Verbrennung vor ſich gegangen war. Er vermuthet, daß die ſo allgemein entſtandene Säure von Umſtänden herrühre, welche bisher von den Beobachtern nicht mit gehöriger Aufmerkſamkeit iſt wahrgenommen worden. Denn daß allein die Unreinigkeit der gebrauchten Luftarten Urſache daran ſey, ſcheint ihm unwahrſcheinlich, weil ſonſt die Säure immer einerley ſeyn müßte, indem der Stickſtoff durch Verbindung mit andern Grundſtoffen zwar andere Körper, aber nie andere Säure als Salpeterſäure erzeuge.

Gebirge ſ. Berge.

Gefälle ſ. Waſſerwägen.

Gefäßhaut des Auges ſ. Auge.

Gefrierpunkt ſ. Thermometer.

Gefrierung (congelatio, congélation) heißt im ganz allgemeinen Verſtande der Uebergang eines kalt gewordenen Körpers aus dem flüſſigen Zuſtande in einen feſten. In dieſer Bedeutung wird auch das Feſtwerden der geſchmolzenen Metalle durch Erkalten zu den Gefrierungen gerechnet, ſo wie überhaupt Gefrierung der Schmelzung entgegengeſetzet wird. Nach dem gemeinen Sprachgebrauch aber verſteht man unter dem Worte **Gefrierung** das Feſtwerden derjenigen Flüſſigkeiten durch die Kälte, welche bey der gewöhnlichen Temperatur unſerer Atmoſphäre in dieſem Zuſtande ſich befinden, wie z. B. Waſſer, Queckſilber, Milch u. ſ. w. und gebrauchet alsdann den Ausdruck **Geſtehen**, wenn ein Körper bey unſerer gewöhnlichen Sonnenwärme der Atmoſphäre noch feſte bleibt, und zu ſeinem Flüſſigwerden eine größere Hitze erfordert, wie z. B. die Metalle, Wachs, Schwefel u. ſ. f.

Die Erfahrung lehret, daß die Wärme das einzige Agens in der Natur iſt, welches die Flüſſigkeit der Körper bewirket. Ob aber in allen Fällen die Wärme bloß mechaniſch wirke, das ſcheint noch nicht ſo ganz ausgemacht zu ſeyn. So bald alſo der nöthige Grad der Wärme, welcher die Körper flüſſig erhält, denſelben auf irgend eine Weiſe entzogen wird, ſo werden ſie in den Zuſtand der Feſtigkeit übergehen oder gefrieren. Dieſer Wärmegrad iſt bey ein und dem nämlichen Körper beſtändig einerley, bey verſchiedenen aber verſchieden.

Das reine Waſſer verwandelt ſich in Eis bey einer Temperatur, welche ſich beſtändig ſo gleich bleibet, daß man ſie als einen beſtimmten feſten Punkt bey den Abmeſſungen der

Wärme zum Grunde leget. M. ſ. **Thermometer.** Dieſer Punkt iſt der ſo genannte Froſtpunkt, oder derjenige, wo das Waſſer in der Atmoſphäre zu gefrieren anfängt. Andere Körper, welche bey dieſer Temperatur der Atmoſphäre noch flüſſig bleiben, erfordern einen größern Grad der Kälte, wenn ſie gefrieren ſollen; diejenigen Körper hingegen, welche ſchon bey dieſem Grade feſt ſind, betrachtet man als natürlich feſte Körper, wenn ſie einen größern Grad der Hitze zum Flüſſigwerden verlangen; wiewohl es ſcheinet, als ob das Geſtehen der vorher geſchmolzen geweſenen Körper von dem Gefrieren in nichts verſchieden ſey.

Nach dem fahrenheitſchen Thermometer gefrieret das Waſſer beym 32ſten, Milch beym 30ſten, Weineſſig und Urin beym 28ſten, Lämmerblut beym 25ſten, Burgunder, Madera und Bourdeauxer Wein beym 20ſten Grade, halb Waſſer und halb hochrectificirter Weingeiſt unter einander gemiſcht beym — 7ſten Grade. Von den Graden der Schmelzung verſchiedener Subſtanzen, welche bey dem Froſtpunkte noch feſt ſind, ſehe man unter dem Artikel **Schmelzung.**

Weil bey großen Graden der Kälte das Queckſilber immer noch im flüſſigen Zuſtande bleibet, ſo glaubte man vormahls, daß das Queckſilber gar nicht gefriere. Im Jahre 1734 bemerkte **Gmelin** zu Jeniſeisk in Sibirien, daß das Queckſilber bis auf — 120 Grad nach Fahrenh. herabfiel, ohne daß es ſeine Flüſſigkeit zu verlieren ſchien; nachher beobachtete er auf ſeiner Reiſe andere Fälle, wobey das Queckſilber im Thermometer gefroren zu ſeyn ſchien; allein er leitete dieß von dem Eſſig her, mit dem man das Queckſilber gereiniget hätte. Im Jahre 1759 am 14. Dec. aber ſahe der Profeſſor **Braun** zu Petersburg beym — 34ſten Grade nach Fahrenh. das Queckſilber des Thermometers in einer Miſchung von Schnee und rauchendem Salpetergeiſte bis — 352 Grad herabfallen, und fand dasſelbe, nachdem er das Thermometer aus der Miſchung herausnahm, zu ſeinem Erſtaunen feſt

oder

oder gefroren. Dieſer Verſuch wurde am 25. December wiederhohlet, und die Thermometerkugel zerbrochen, da ſich das Queckſilber als eine feſte glänzende metalliſche Maſſe zeigte, welche weicher als Bley war, und einen dumpfen Schall gab *). Indeſſen war dem Herrn **Hutchins**, der als Gouverneur des Albany-Forts nach der Hudſonsbey ging, von der königlichen Societät dieſer Verſuche wegen Auftrag gethan. Er war auch ſo glücklich, das Queckſilber im Jahre 1775 im Januar und Februar zwey Mahl zum Gefrieren zu bringen. Auch Dr. **Bicker** in Rotterdam ſtellte im Jahre 1776 am 28. Januar bey einer Temperatur von + 12° einen Verſuch an, welcher ihm aber nicht vollkommen gelang, indem ſchon das Queckſilber bey — 94° ſtehen blieb, und auf der Oberfläche wie ein Amalgama gerann; um eben dieſe Zeit aber hatte Dr. **Fothergill** in Northampton das Vergnügen, bey einer Kälte von + 9° das Queckſilber zum Gefrieren zu bringen. Bey allen dieſen Verſuchen hatte man doch noch nicht den eigentlichen Gefrierpunkt dieſes Metalls beſtimmen können; die letztern Verſuche von **Braun** geben den Naturforſchern die Veranlaſſung, dieſen Punkt nicht geringer als — 352 Grad nach Fahrenh. oder 500 nach de l'Isle anzunehmen.

Da man aber mit Recht vermuthete, daß das Queckſilber eben ſo wie andere flüſſige Materien beym Uebergange in den feſten Zuſtand eine beſtimmte Temperatur annehmen würde, ſo bediente ſich Herr **Hutchins**, ſelbſt auf Anrathen der Herrn **Cavendiſh** und **Black** bey ſeinen Verſuchen eines kleinen Thermometers, welches er in das zum Gefrieren beſtimmte Queckſilber ſtellte, und welches den Gefrierpunkt dieſes Metalls anzeigen ſollte. Auf dieſe Weiſe fand er im Jahre

*) De admirando frigore artificiali, quo mercurius ſ. hydrargyrus eſt congelatus auct. *Ioſ. Ad. Braunio.* Petrop. 1760. 4. und in den nov. commentat. Petrop. Vol. XI. p. 268. additam. et ſupplement. ibid. p. 302.

Jahre 1781 durch eine ganze Reihe von Verſuchen *), daß der wahre Gefrierpunkt des Queckſilbers der — $38\frac{1}{2}$° nach Fahrenheit ſey, und daß das Herabſinken bis — 35½° von einem bloßen Zuſammenziehen desſelben im Augenblicke des Gefrierens herrühre, wobey alſo dieſes Metall gänzlich aufhöret, einen richtigen Maßſtab der Wärme abzugeben. Nachher machte auch der Herr Dr. **Guthrie** β) zu Petersburg ſeine Verſuche über dieſen Gegenſtand bekannt, welche in der Hauptſache mit den hutchinſiſchen übereinſtimmen, und zugleich beweiſen, daß das Queckſilber auch in ſeinem reinſten Zuſtande zum Gefrieren gebracht werden könne, welches ſonſt bezweifelt wurde. Schon hatte **Pallas** am 6. und 7. Dec. 1772 zu Kraſnojarſk im aſiatiſchen Sibirien (unter 93° Länge und $56\frac{1}{2}$° nördlicher Breite) das Queckſilber ſowohl im Thermometer als auch in einer offenen Schale durch die natürliche Kälte gefrieren geſehen. Dieſen Grad der Kälte konnte er aber nicht genau angeben; ein einfallender Nordweſtwind aber, wobey die gefrornen Maſſen aufzuthauen anfingen, brachte das Thermometer ſogleich auf — 47°. Hieraus hätte man alſo ſchon vor **Hutchins** wiſſen können, daß der Gefrierpunkt des Queckſilbers bey weitem nicht ſo tief liege, als man damahls denſelben nach **Braun** annahm, weil der — 47° offenbar nicht weit vom eigentlichen Gefrierpunkte liegen konnte. Die Geſchichte aller dieſer und noch mehrerer Verſuche iſt ſehr vollſtändig von Dr. **Blagden** γ) mit verſchiedenen Bemerkungen begleitet erzählet worden.

Richard

α) Experiments for aſcertaining the point of mercurial congelation by *Thomas Hutchins*. Philoſ. transact. Vol. LXXIII. P. II. mit Abhandlungen von Blagden und Cavendiſh begleitet.

β) Nouvelles expériences pour ſervir à determiner le vrai point de congélation du mercure et la différence, que la pureté de ce métal pourroit y apporter p. *Math. Guthrie* à St. Petersb. 1785. 4. Deutſch im Auszuge in Tralles phyſikaliſchem Taſchenbuche für 1786.

γ) Hiſtory of the congelation of Quickſilver in den philoſ. transact. Vol. LXXIII. P. II. p. 329 ſqq. Deutſch in den leipz. Sammlungen zur Phyſik und Naturgeſchichte. B. III. 3tes und 5tes St.

Richard Walker *) in Oxfort hat in den Jahren 1788 und 1789 über das Gefrieren des Queckſilbers ebenfalls verſchiedene Verſuche angeſtellet, welche erweiſen, daß man Queckſilber ſelbſt im Sommer und in dem heißeſten Klima durch verſchiedene kälteerzeugende Miſchungen ohne Schnee oder Eis zum Gefrieren bringen könne. Drey Unzen einer Miſchung aus zwey Theilen ſtarker rauchender Salpeterſäure, einem Theile concentrirter Vitriolſäure und einem Theile Waſſer wurden in einer kälteerzeugenden Miſchung bis zur Temperatur — 30° nach Fahrenh. erkältet. Hiernächſt ward ſehr fein gepulvertes kryſtalliſirtes Glauberſalz, welches ebenfalls vorher durch eine kälteerzeugende Miſchung bis — 14° abgekühlet war, nach und nach hineingeſchüttet und umgerührt, bis das darin ſich befindende Queckſilberthermometer auf — 54° herabſank. Nun ward ein Aräometer, deſſen untere Kugel bis zu ⅔ mit Queckſilber angefüllet war, hineingebracht, und einige Minuten darin hin und her bewegt; beym Herausnehmen des Aräometers fand man alsdann das Queckſilber gefroren. Am kräftigſten und ſchicklichſten war die Miſchung aus phosphorſaurem Mineralalkali und Salpeterſalmiak in verdünnter Salpeterſäure aufgelöſet, wozu die Materialien vorher in Miſchungen aus zwey Theilen Kochſalzſäure, 3 Theilen fein gepulverten Glauberſalz und drey Theilen eines aus gleichen Hälften Salmiak und Salpeter gemiſchten Pulvers, erkaltet werden können.

Herr Lowitz β) in Petersburg brachte im December 1792 durch eine Miſchung vom kryſtalliſirten Gewächsalkali und friſchen trockenen Schnee das Queckſilber ſelbſt im gewärmten Zimmer zum Gefrieren. Es wurden 12 Pfund Queckſilber bey der Temperatur von 12° Reaum. unmittelbar in die Miſchung gegoſſen, und 4 Pfund außerdem beſonders in einem Glaſe zum Gefrieren gebracht. Den Gefrierpunkt des Queckſilbers ſetzt Herr Lowitz hierbey auf — 32 Grad

*) Philoſ. transact. 1789. Vol. LXXIX. P. II. p. 199 ſqq. überſetzt in Grens Journ. der Phyſ. B. II. S. 338 f.

β) Crells chemiſche Annalen 1793. B. I. S. 352 u. f.

Grad Reaum. Statt des ätzenden Salzes, welches den Händen gefährlich ſeyn könnte, gebrauchet er lieber den fixen Salmiak oder die kochſalzſaure Kalkerde, welche eben dieſe Wirkung thut. Hierzu kann bequem der Rückſtand vom ätzenden Salmiakgeiſte gewonnen werden, welcher von der Deſtillation des Salmiaks mit Kreide übrig bleibt. Dieſen laugt man aus, und kocht die filtrirte Lauge ſo lange ein, bis ein Tropfen davon auf dem Teller ſogleich erſtarret. Dabey hat man den Vortheil, daß man die Miſchungstheile immer wieder brauchen kann, wenn nur alles durchs Kochen vom Waſſer wieder befreyet wird, welches durch den Schnee hinzugekommen iſt. Bey der natürlichen Kälte von 1 Grad gab rauchender Salpetergeiſt mit Schnee vermiſcht 19°, eben ſo viel ätzendes Laugenſalz und fixer Salmiak aber 36 Grad künſtliche Kälte.

Waſſerfreye, geiſtige Liquoren gefrieren entweder gar nicht, oder verlangen doch wenigſtens eine weit größere Kälte, als das Queckſilber, ſo daß ſie die künſtliche Kälte aus Miſchungen von Schnee und Säure, welche nicht über — 46° zu ſteigen ſcheinet, vollkommen aushalten. Sind ſie hingegen mit Waſſer vermiſcht, ſo gefrieren ſie bey geringerer Kälte. Wirkliche Luftarten gefrieren bey keinem uns bekannten Grade der Kälte, und hierin unterſcheiden ſich ſelbige vorzüglich von den Dämpfen, als welche bey der Kälte zuſammenfließen, und daher auch gefrieren.

Alle diejenigen flüſſigen Körper, welche bey verſchiedenen Temperaturen in einen feſten Zuſtand übergehen, oder gefrieren, behalten während des Ueberganges in den feſten Zuſtand die Temperaturen unverändert bey. Ohne Zweifel liegt hiervon die Urſache in dem Freywerden der gebundenen Wärme, welche die Flüſſigkeit der Körper bewirkt, und welche das fernere Erkalten ſo lange verhindert, bis die ganze flüſſige Maſſe durchs Gefrieren in den feſten Zuſtand übergegangen iſt. Jedoch lehret auch die Erfahrung, daß eingeſchloſſene flüſſige Materien größere Grade der Kälte, als zu ihrem Gefrieren nöthig iſt, annehmen können, welche aber bey einer gerin-

geringen Erſchütterung ſogleich in eine feſte Maſſe übergehen. M. ſ. **Eis.** So bald nun die Gefrierung vollendet iſt, ſo können auch die gefrornen Maſſen größere Kälte annehmen.

Das Volumen der Körper ſowohl beym Gefrieren, als auch beym Geſtehen nach der Schmelzung, ändert ſich ſchnell und ſtark; einige Körper dehnen ſich dadurch in ein größeres Volumen aus, die meiſten aber ziehen ſich mehr zuſammen, und bewirken daher ein kleineres Volumen. Das Zuſammenziehen iſt beſonders beym Queckſilber ſehr ſtark, wodurch man eben auf den Irrthum über den Gefrierpunkt desſelben geleitet wurde. Aus den bisherigen Verſuchen hat man aber noch nicht genau beſtimmen können, wie weit ſich die Zuſammenziehung des Queckſilbers erſtrecke. Wenn man nach **Braun** annimmt, daß es bis auf 550° nach de l'Isle herabgeſunken iſt, da der Gefrierpunkt desſelben ungefähr 210° nach de l'Isle iſt; ſo hat die Zuſammenziehung 340° d. i. $\frac{340}{10000}$ des Volumens bey der Wärme des kochenden Waſſers, oder $\frac{340}{9790}$ d. i. beynahe $\frac{1}{27}$ des Volumens im Moment des Gefrierens betragen.

Ueberhaupt ſcheint das Zuſammenziehen der Körper beym Gefrieren oder beym Geſtehen nach der Schmelzung ein ganz allgemeines Phänomen zu ſeyn, und die wenigen Ausnahmen, wo eine größere Ausdehnung Statt findet, ſcheinet vorzüglich in der Kryſtalliſation und in der Bildung der Blaſen, welche die feſte Maſſe ausdehnen, zu liegen. So ſcheinen ſich Waſſer, Eiſen, Schwefel und Antimonium beym Uebergange in den feſten Zuſtand auszudehnen. Vom Waſſer ſ. m. den Artikel **Eis.**

Die meiſten, und vielleicht alle Materien, kryſtalliſiren ſich beym Gefrieren oder beym Geſtehen. Beym Queckſilber bemerkte ſchon **Braun**, wenn es nicht ganz vollkommen gefroren war, und der noch flüſſige innere Theil abgegoſſen ward, daß die Oberfläche äußerſt rauh, und gleichſam aus kleinen Kügelchen zuſammengeſetzt war. Auch **Hutchins** bemerkte, daß die innere Fläche ſehr uneben und mit ſehr vie-

len überzwerg laufenden Nadeln beſetzt war, wovon einige Kügelchen, wie Knöpfe, hatten. M. ſ. **Kryſtalle.**

Ueber die Urſache des Gefrierens hat man verſchiedene Meinungen gehabt. **Descartes** [α]), welcher die Feſtigkeit für Ruhe, und die Flüſſigkeit für innere Bewegung der Theile annahm, glaubte, daß das Gefrieren eine Folge der ſchwächern Wirkung ſeines zweyten Elementes auf die Bewegung der Theile der Körper ſey. Die gröbern Theile dieſes zweyten Elementes ſollen nach ihm ſtärker, die feinern aber ſchwächer wirken. Verſchiedene Materien laſſen bloß die feinern Theile in ihre Zwiſchenräume gelangen, woher ihre Theile wenig beweget werden, und folglich gar bald in Ruhe kommen und Feſtigkeit zeigen; das Waſſer hingegen nimmt ſchon gröbere Theile auf, welche alſo die Theile desſelben trennen und in Bewegung ſetzen; im Winter aber, wenn die ſubtile Materie ſehr fein iſt, ſetzen ſich die Waſſertheile in Ruhe, legen ſich unordentlich über einander und bilden einen feſten Körper.

Andere, welche eine kaltmachende Materie annehmen, ſind der Meinung, daß dieſe Materie in die Zwiſchenräume der flüſſigen Körper eindringe, ſich daſelbſt feſtſetze, die freye Bewegung der Theile hindere, und auf dieſe Weiſe das Feſtwerden und die Vergrößerung des Volumens zu Wege bringe. Von der Natur der kaltmachenden Materie hat man aber wiederum verſchiedene Meinung gehabt.

Verſchiedene glaubten, daß die gemeine Luft die in die Zwiſchenräume der Theile der flüſſigen Materie eindringende Materie ſey, welche die Blaſen des Eiſes erzeuge, und ſo das Volumen vergrößere; allein **Boyle** [β]) widerlegte ſchon dieſe Meinung, indem er zeigte, daß das Waſſer auch in hermetiſch verſchloſſenen Gefäßen mit Blaſen gefriere, und das Oel beym Gefrieren ſich zuſammen ziehe.

α) Princip. philoſoph. natur. P. IV. propoſ. 48. und Meteor. C. I. §. 7.
β) Hiſtoria experimentalis de frigore. Lond. 1665. 8.

Muſſchenbroek *) nennet, das Gefrieren ſey keine unmittelbare Folge der Kälte, ſondern es rühre von einer eindringenden feinen Materie her, welche ſich mit dem kalten Waſſer miſche, eine Gährung oder Aufbrauſen verurſache, und die Theile beſeſtige. Die von ihm angeführten Gründe ſind folgende: das Eis ſey nicht in Ruhe; denn die in ſelbigem befindlichen Blaſen würden beym Fortgange des Frierens größer, es zerſprenge die Gefäße, dehne ſich aus und dünſte. Es ſchwelle zu ſehr auf, ohne daß doch die Luft in den Blaſen zuſammengedrückt ſey. Auch bleibe das Waſſer mannigmahl flüſſig, wenn gleich die Temperatur unter dem Eispunkte ſey, beſonders in Gefäßen, durch deſſen Wände die kaltmachende Materie nicht dringen könne. In Holland gefriere es nicht beym Nordwinde, welcher über die kälteſten Gegenden komme, ſondern beym Oſtwinde, welcher über viel Land gehe, und viel fremde Theile mit ſich führe. Oftmahls ſchränke ſich der Froſt nur auf einen kleinen Strich Landes ein, und richte ſich auch nicht nach den geographiſchen Breiten. Gefrornes Waſſer ſey zur Bereitung der Speiſen nicht mehr ſo tauglich; Scheidewaſſer mache das Waſſer wärmer, das Eis aber kälter; die Dicke des Eiſes richte ſich nicht nach dem Grade der Kälte; Waſſer in eine Miſchung von Salz und Schnee gebracht, gefriere, indem die Miſchung ſelbſt ſchmelze. Allein alle dieſe Gründe ſind bey weiten nicht hinreichend, zum Gefrieren der flüſſigen Materie eine froſtmachende Materie anzunehmen, da ſich alle dieſe angeführten Umſtände weit ungezwungener aus der Abweſenheit der Wärme herleiten laſſen.

Nach der Meinung älterer Chemiker ſollte die kaltmachende Materie in den Salzen und beſonders im Salpeter enthalten ſeyn, welcher ſich vorzüglich häufig in der Atmoſphäre befinde. Die Theile dieſes Salzes betrachtete man als ſpitzige Nadeln, welche ſich an die ſphäriſchen Waſſertheilchen anlegten, und ſie auf allen Seiten gleichſam mit Stacheln

*) Introductio ad philoſoph. natural. §. 1504 ſqq.

Stacheln umringten und in einander verwickelten. Selbſt die Empſindung der Kälte ſollte von der Wirkung dieſer Spitzen auf unſeren Körper herrühren. Die künſtlichen Gefrierungen, welche man durch Miſchungen von Eis oder Schnee mit Salpeter hervorbringen kann, ſchienen dieſer Meinung günſtig zu ſeyn. Allein es laſſen ſich die Erſcheinungen der Kälte erklären, ohne eine kaltmachende Materie nöthig zu haben.

Winkler [α]) behauptet, es würden beym Gefrieren die ſphäriſchen Waſſertheilchen zertheilt und in kleinere Kügelchen oder eckige Körper getrennt, woraus er vornehmlich die Ausdehnung des Eiſes herleiten will. In einer neuern Schrift [β]) betrachtet er zwar die Feſtigkeit des Eiſes als einen natürlichen Zuſtand des vom Feuer verlaſſenen Waſſers, erkläret aber die Vergrößerung des Volumens aus kleinen hohlen elaſtiſchen Kügelchen der Waſſertheile, welche ſich bey der Berührung vereinigen.

In den neuern Zeiten iſt man in der Erklärung der Phänomene, welche beym Gefrieren wahrgenommen werden, glücklicher geweſen. Die Erfahrung hat nämlich hinlänglich bewieſen, daß durch Einwirkung der Wärme die mehreſten feſten Körper in flüſſige, und umgekehrt durch Entziehung derſelben die flüſſigen wieder in feſte verwandelt werden können. Daher ſahe man ein, daß das Gefrieren der Flüſſigkeiten kein verſchiedenes Phänomen von dem der Schmelzung ſey, und daß der Uebergang der verſchiedenen Flüſſigkeiten in feſte Zuſtände bloß vom verſchiedenen Grade der Wärme abhange. Soll ein Körper flüſſig bleiben, ſo erfordert er allein einen beſtimmten Grad freyer Wärme, und geht ſogleich in den Zuſtand der Feſtigkeit über, wenn er von dieſer Wärme etwas verlieret. Während des Ueberganges wird ein Theil der gebundenen Wärme, welche die Flüſſigkeit bewirkte, frey und erſetzt den Verluſt der freyen Wärme, daher auch der Körper zur Zeit des Gefrierens nicht

α) De cauſis frigoris et glaciei Lipſ. 1737.
β) Unde vim elaſticam adipiſcatur aqua rareſcens. Lipſ. 1753. 4.

nicht weiter erkaltet. Nach der dynamiſchen Lehrart ließe ſich nun die Erklärung der Phänomene des Gefrierens ſo geben: die zurückſtoßende Kraft der Wärme bewirkt (bey verſchiedenen Körpern freylich auch verſchieden) bis auf einen gewiſſen beſtimmten Grad eine ſolche Trennung der Beſtandtheile der Körper, daß die qualitativen Anziehungen derſelben bey dieſem Grade flüſſige Körper von eigener Natur hervorbringen; ſo bald aber die Wärme geringer wird, ſo erhalten die Beſtandtheile der Körper ganz andere Verhältniſſe gegen die Wärme, und die qualitativen Anziehungen derſelben bilden Körper von ganz andern Eigenſchaften und von ganz anderer Natur, als zuvor. So haben die Beſtandtheile des Eiſes ein ganz anderes Verhältniß gegen die Wärme, als die des Waſſers gegen die Wärme haben, und das Eis iſt ein ganz verſchiedener Körper vom Waſſer. Daraus folgt aber keinesweges, daß die Theile des durchs Gefrieren entſtandenen Körpers ſich vollkommener berührten, als die Theile des flüſſigen. Denn es iſt an ſich gar nicht widerſprechend, daß bey größerer Einwirkung der Wärme die qualitativen Anziehungen von Stoffen einen Körper bilden, deſſen Theile einer größern Berührung fähig ſind, als im entgegengeſetzten Falle. Auch läßt ſich nicht behaupten, daß der eigentliche Zuſtand aller Körper, die Feſtigkeit und die Flüſſigkeit, bloß eine Folge der Einwirkung der Wärme ſey. Denn feſte und flüſſige Körper ſind Subſtanzen von eigener Natur und eigenen Eigenſchaften; ihre Beſtandtheile haben nur verſchiedene Verhältniſſe gegen die Wärme.

Gefühl (tactus, tact, le toucher). Dieſes Wort pflegt man in einem gedoppelten Verſtande zu nehmen; erſtlich verſteht man darunter die Empfindung, welche in einem empfindlichen Theile des Körpers durch irgend einen Eindruck erreget wird; nachher aber begreift man darunter die Veränderung, welche von äußern Gegenſtänden in der Haut und beſonders in den Fingerſpitzen hervorgebracht wird. In dieſem letztern Verſtande wird das Wort **Gefühl** hier genommen.

Das Sinneswerkzeug des Gefühls ſind die über den ganzen Körper verbreiteten Nerven. Die Haut, welche aus einem in einander gewebten, dichten Zellgewebe beſteht, iſt mit unzähligen kleinen Löchern verſehen, durch welche die ſogenannten **Nervenwärzchen** (papillae nerveae) hindurchgehen. Ueber dieſer Haut iſt das **malpighiſche Netz** (mucus ſ. rete Malpighii) gezogen, welches faſt wie ein Schleim ausſiehet, aber ſich als eine Membran darſtellen läßt. An den mehreſten Stellen des Körpers iſt es ſehr dünne, und ebenfalls mit ſehr kleinen Löcherchen durchbohrt. Den äußerſten Ueberzug des ganzen Körpers macht das Oberhäutchen (epidermis ſ. cuticula). Sie iſt eine zarte, halbdurchſichtige, weißgraue Membran, welche durch die Wirkung der äußern Luft nicht zerſtöret wird, und welche ſich nach der ganzen Oberfläche des Körpers formt und nach der Haut richtet; wo alſo dieſe letztere Hügelchen hat, wie z. B. bey den Nervenwärzchen, da hat ſie dergleichen auch u. ſ. f. Man kann alſo die ganze Haut überall als das Sinneswerkzeug des Gefühls anſehen, wie wohl die Spitzen der Fußzehen, und noch mehr die Spitzen der Finger dazu beſonders eingerichtet ſind, weil an dieſen vorzüglich die Nervenwärzchen vorkommen. Indem dieſe Nervenwärzchen gegen irgend einen Körper angedruckt werden, ſo erhalten ſie davon eine Art von Erſchütterung, die ihren Stämmen und endlich dem Gehirn mitgetheilet wird. Auf dieſe Weiſe fühlen wir die Härte, Weichheit, Rauhigkeit, Flüſſigkeit, Wärme, Kälte u. ſ. f. Damit aber dieſes Gefühl nicht ſchmerzhaft werde, ſo iſt die Haut mit dem malpighiſchen Netz und mit dem Oberhäutchen überzogen. Die Nägel vermehren die Stärke beym Angreifen, und machen das Gefühl feiner, indem ſie dem Druck des äußern Objectes widerſtehen.

Wenn die Nervenwärzchen auf irgend eine Weiſe zerſtöret oder gelähmet ſind, ſo geht auch das Gefühl an dieſer Stelle verloren.

Eine beſondere und eigene Empfindung, welche durchs Gefühl

Gefühl zu Wege gebracht wird, iſt der **Ritzel**, welcher in einer leichten Erſchütterung der Nervenwärzchen beſteht, und welcher lebhaft genug iſt, um eine unangenehme Empfindung zu erregen. Dieſe Empfindung ſteht beſonders mit der Einbildungskraft in einer genauen Verbindung.

Gegenden der Welt ſ. **Weltgegenden.**

Gegenfüßler, Antipoden (antipodes, antichtones, antipodes) heißen die Bewohner ſolcher Länder, welche einander dem Durchmeſſer nach gegen über ſtehen. So haben die Bewohner (fig. 39.) des Ortes a diejenigen, welche im diametral entgegengeſetzten Orte wohnen, zu Antipoden und umgekehrt. Das Zenith der erſtern iſt das Nadir der andern und umgekehrt. Durch die Schwere werden beyde nach dem Mittelpunkte der Erde getrieben, und es ſtehen daher alle Bewohner auf der Erdoberfläche aufrecht, wiewohl ſich einige Unerfahrne vorſtellen, daß diejenigen, welche in einem Orte wohnen, der dem Orte a diametral entgegengeſetzet iſt, den Kopf niederwärts und die Füße aufwärts richteten. Dieß rührt aber bloß davon her, daß ſie die Worte **oben** und **unten** auf den Ort a beziehen. Allein einem jeden Menſchen heißt das oben, wohin ſein Haupt gerichtet iſt, und dasjenige unten, wohin ſeine Füße gerichtet ſind. Daher mag ſich auch der Menſch auf der Oberfläche der Erde aufhalten wo er will, ſo ſteht er daſelbſt auf der Erde allemahl aufrecht. Auch iſt dieß alles hinlänglich durch die Erfahrung der vielen Weltumſegler beſtätiget worden. In Vergleichung der beyden diametral entgegengeſetzten Oerter auf der Oberfläche der Erde kehren die Bewohner derſelben einander die Füße zu, woher auch die Benennung Gegenfüßler herzuleiten iſt.

Hieraus folgt alſo, daß Gegenfüßler in gleichen aber entgegengeſetzten Breiten wohnen, und ihre Längen von einander um 180° verſchieden ſind. Daher ſind ihre Stunden gerade um 12 Stunden unterſchieden, und ihre Jahreszeiten einander entgegengeſetzet. Zu der Zeit alſo, da bey uns der Frühling angehet, fängt ſich bey den Gegenfüßlern der

 Herbſt

Herbſt an, und wenn wir Mitternacht haben, ſo haben dieſe Mittag.

Den Gedanken von den Antipoden findet man ſchon bey den alten griechiſchen Weltweiſen, zu deren Zeiten man die Kugelgeſtalt der Erde aus Schlüſſen hergeleitet hatte. Mehrere Schriftſteller, als **Cicero**, **Plinius**, **Plutarch** u. dergl. erwähnen der Antipoden mit ausdrücklichen Worten, und zum Theil umſtändlich. Die Kirchenväter aber widerſetzten ſich der Meinung von der Kugelgeſtalt der Erde ſehr heftig. **Lactantius** und **Auguſtinus** läugneten das Daſeyn der Antipoden gänzlich, und **Coſmas** benennet die Vertheidiger der kugelähnlichen Geſtalt der Erde, nomine Chriſtiano indignos, qui ſacram ſcripturam abnegent, utpote quae mundum eſſe tabernaculum teſtetur. Im achten Jahrhunderte nach Chriſti Geburth war **Vergilius**, welcher aus Irland nach Bayern gekommen war, das Chriſtenthum zu predigen, ein Vertheidiger der Antipoden. Dieſerwegen wurde er vom Pabſt **Zacharias** in Bann gethan. Selbſt in den neuern Zeiten erhielt ſich das Vorurtheil wider die Meinung der Gegenfüßler noch lange Zeit, bis die Umſegler der Erde das Daſeyn derſelben außer allen Zweifel ſetzten.

M. ſ. *G. S. Bauer* Vergilius a Zacharia papa et Bonifacio ob aſſertos antipodes haereſeos inique poſtulatus. Lipſ. 1752 4.

Gegengewicht (pondus contrarium, contrepoids) heißt überhaupt ein Gewicht oder auch eine andere bewegende Kraft an einem mechaniſchen Werkzeuge ſo angebracht, daß ſie das Gewicht einer Laſt entweder vermindert oder gar aufhebt. So iſt z. B. bey den abzuwägenden Körpern auf einer gemeinen Kramerwage das Gegengewicht in Rückſicht des Drucks eben ſo groß, wie der Druck des abzuwägenden Körpers. Bey der Lehre der Hebel überhaupt heißt das Gegengewicht, welches die an ſelbigem angebrachte Laſt im Gleichgewicht halten ſoll, die **Kraft**. M. ſ. **Hebel**.

Sonſt

Sonſt gebrauchet man auch Gegengewichte zur Erleichterung der Bewegungen, wie z. B. beym Ziehbrunnen, deſſen Ziehſtange am ſogenannten Schwengel befeſtiget iſt. Hier wird nämlich an das eine Ende des Schwengels ein großer Stein oder Kloß befeſtiget, um das Herausziehen des vollen Eimers mit Leichtigkeit zu bewirken, indem dieſer Stein oder Kloß mit einem Theile der herauszuziehenden Laſt das Gleichgewicht halten.

Gegenſchattigte (antiſcii, antiſciens) nennt man die Bewohner ſolcher Oerter auf der Erdoberfläche, deren Schatten im Mittage auf die entgegengeſetzte Seite fallen. Dieſe ſind keine andern als diejenigen, welche in den gemäßigten Zonen auf verſchiedenen Seiten des Aequators ihre Wohnungen haben. So ſind die Bewohner der gemäßigten nördlichen Zone den Bewohnern der ſüdlichen gegenſchattig und umgekehrt. Der erſtern ihr Mittagsſchatten fällt auf die Nordſeite, und der andern ihrer auf die Südſeite.

Gegenſchein, ſ. Aſpekten.

Gegenwirkung, Reaction (reactio, réaction). Wenn ein bewegter Körper auf einen andern wirkt, ſo erleidet er dadurch ſelbſt eine Veränderung. Man ſtellt ſich gemeiniglich vor, daß derjenige Körper, welcher durch ſeine Bewegung auf einen andern wirkt, an dieſem Widerſtand finde, wobey die Bewegung des erſtern Körpers eine eben ſo große Verminderung erleide, als groß ſeine Wirkung auf den andern iſt. Es ſcheine daher, als ob dieſer Widerſtand der Bewegung des bewegten Körpers gleichſam einen Theil entziehe, oder ſie ganz aufhebe; und eben dieſen Widerſtand gedenket man ſich als eine Wirkung, und nennt ſie **Gegenwirkung**. Nach dieſer atomiſtiſchen Vorſtellung nimmt man alſo an, daß der durch irgend eine Kraft in Bewegung geſetzte Körper ſeine Bewegung vermöge der Trägheit fortſetze, mit dieſer auf einen andern Körper wirke, und dieſem gleichmäßige Bewegung mittheile. Wegen der Trägheit dieſes andern Körpers werde aber der Bewegung des erſtern Körpers ein Theil oder die ganze Bewegung entzo-

gen, bis ſie beyde eine gleiche Geſchwindigkeit nach einerley Richtung erhalten hätten.

Z. B. ein Pferd, welches 10 Centner ziehen könnte, an einen Stein geſpannt, welchen zu bewegen 8 Centner Kraft nöthig ſind, zieht dieſen Stein mit dieſer Kraft, überwindet ſeine Trägheit, und verlieret dadurch eben dieſe 8 Centner Kraft. Es geht daher fort, als ob es nur noch 2 Centner Kraft hätte, und der Stein folgt ihm ſo, als ob er nun keine Gewalt mehr erforderte, fortgeführet zu werden. Man ſtellt ſich alſo vor, der Stein wirke zurück, entziehe dem Pferde 8 Centner Kraft, und übe eine Gegenwirkung aus.

Allein es bleibt hier ganz unerklärbar, auf welche Weiſe ein Körper einem andern einen Theil ſeiner Bewegung oder angewandten Kraft bloß darum, weil er träge iſt, entziehen könne. Denn der Bewegung eines Körpers kann nichts widerſtehen, als die Bewegung eines andern in entgegengeſetzter Richtung, keinesweges aber Ruhe deſſelben. Trägheit alſo, d. i. bloßes Unvermögen, ſich von ſelbſt zu bewegen, kann gar keine Urſache des Widerſtandes ſeyn. Es läßt ſich daher ſchlechterdings keine Wirkung und Gegenwirkung anders denken, als ſo, daß man beyden Körpern urſprüngliche Kräfte (dynamiſche Kräfte), Zurückſtoßung und Anziehung, beylege, welche noch vor aller Bewegung vorausgehen. Hiervon aber mit mehrerem unter dem Artikel **Mittheilung der Bewegung**.

Die Scholaſtiker lehreten ſchon, Wirkung ſey nie ohne Gegenwirkung; genauer beſtimmte aber **Newton** [a]), der Wirkung ſey jederzeit eine gleiche Gegenwirkung entgegengeſetzet, und führte dieſen Satz als einen Grundſatz in der Naturlehre ein. Man iſt aber beſtändig uneinig geweſen, wie die Möglichkeit der Gegenwirkung nach dem atomiſtiſchen Syſteme ſich gedenken laſſe. Verſchiedene, als z. B. **Hamberger** [b]), nahmen an, daß die Gegenwirkung oder der Widerſtand, welchen der Körper, auf den ein anderer wirkt, ausübet,

a) Princ. philoſoph. natur. axio. 3.

b) Elementa phyſices mathem. §. 36.

ausübet, eine wahre Kraft (Trägheitskraft) ſey. **Hamberger** ſuchte dieſe Meinung durch folgende Erfahrungen zu beweiſen: wenn man einen Keil in eine kleine gemachte Spalte eines Stück Holzes nur feſte ſteckt, alsdann das Stück Holz umkehrt, ſo daß der Keil nach unten gekehret iſt, und man ſchlägt nun mit einem Hammer auf die entgegengeſetzte Seite des Holzes, ſo dringt der Keil in das Holz ein, und ſpaltet zuletzt; es ſcheint hier alſo der Keil der Richtung des Schlages ſich entgegen zu bewegen, und folglich Gegenwirkung auszuüben. Wenn man aber dieſe Erfahrung näher unterſuchet, ſo wird man darin das nicht finden, was bewieſen werden ſoll; ſie läßt ſich vielmehr natürlicher aus der Langſamkeit herleiten, womit ſich Bewegungen mittheilen. Durch den Schlag aufs Holz wird nämlich demſelben eine große Geſchwindigkeit nach der Richtung des Schlages mitgetheilet. Mit dieſem Moment der Geſchwindigkeit beweget ſich alſo das Stück Holz niederwärts, ehe ſie noch dem Keil mitgetheilet werden kann; mithin verhält ſich hier der Keil ganz leidend, die ſchnelle Bewegung des Holzes allein verurſachet, daß der Keil tiefer eindringen müſſe; oder: man lege eine kleine Schrotkugel nahe an den Rand eines Tellers, und ſtoße an den gegenüberſtehenden Rand, ſo ſcheint ſich das Kügelchen dem Stoße entgegen zu bewegen; im Grunde bewegt ſich aber das Kügelchen nicht, ſondern nur der Teller, welcher dem Kügelchen die Bewegung nicht ſogleich mittheilen kann; der Teller geht darunter weg, und die entgegengeſetzte Bewegung des Kügelchens, welche eine Gegenwirkung beweiſen ſollte, iſt gar nicht vorhanden. Die übrigen von **Hamberger** angeführten Erfahrungen laſſen ſich alle auf die nämliche Art erklären. Uebrigens iſt der Nahme Trägheitskraft ein Wort ohne alle Bedeutung. Nach dem atomiſtiſchen Syſteme kann ein Körper nur von außen durch Stoß, Druck oder Zug Bewegungen erhalten, und es iſt daher hiernach gar nicht zu begreifen, wie die Gegenwirkung möglich ſey.

Herr **Gren** *) verſteht unter Gegenwirkung eine wechſelſeitige Verminderung der Kraft und Gegenkraft. Er behauptet, daß die zur Bewegung der widerſtehenden Materie angewandte Kraft nur in ſo fern vermindert werden könne, in ſo fern ſie Widerſtand findet, und daß ſie dieſe mit keiner größern Geſchwindigkeit bewegen könne, als welche nach Ueberwindung des Widerſtandes übrig bleibe, nicht mit ihrer urſprünglichen. Ohne Widerſtand ſey keine Anwendung, d. h., keine Verminderung der Kraft möglich, und kein Körper könne in Bewegung geſetzet werden, wenn die bewegende Kraft und der Widerſtand urſprünglich in ihm ſelbſt ſind. Um aber Herrn **Gren** recht zu verſtehen, muß noch angeführet werden, daß er die Materie in **bloß träge**, und in **widerſtehende** eintheilet. Jene ſoll der bewegenden Kraft keinen Widerſtand leiſten, wenn ſie aus Ruhe in Bewegung geſetzet werden ſoll, dieß erfolge nur bey der widerſtehenden Materie. Allein wozu ſoll dieſe Eintheilung, ſie iſt offenbar der Natur der Sache entgegen. Nach der dynamiſchen Lehrart, welche doch Herr **Gren** angenommen hat, iſt keine Materie möglich, als durch zurückſtoßende und anziehende Kräfte, und Materie phoronomiſch betrachtet, gehöret nicht hierher; denn in dieſem Falle kann ein mit Materie erfüllter Raum als ein Punkt betrachtet werden, und man hat es mit nichts weiter als mit der Bewegung, und was daraus folget, zu thun, wobey aber Trägheit gar nicht Statt finden kann; dieſe ſetzt wirkliche Materie voraus, folglich zurückſtoßende und anziehende Kräfte. Dieß ſind alſo die einzigen Kräfte, durch deren Wirkung Gegenwirkung mitgetheilet werden kann. Eine Materie, welche nicht urſprünglich bewegende Kräfte hätte, könnte, ſelbſt wenn ſie zufällig in Bewegung gerathen wäre, keine Kraft erhalten, die ihr urſprünglich gar nicht zukömmt; ja man müßte ihr Weſen in eine abſolute Trägheit, d. h., in eine völlige Kraftloſigkeit ſetzen. Dieß iſt aber ein Begriff ohne alle Bedeutung und ohne allen Sinn. Eine jede Materie iſt träg und wider-

*) Grundriß der Naturlehre. Jena 1797. 8. §. 104.

widerſtehend, und ſie kann nur Gegenwirkung ausüben, weil urſprüngliche Kräfte ihr Weſen ausmachen. Da dieſer Artikel mit der **Mittheilung der Bewegung** zuſammenhängt, ſo werde ich auch hiervon mit mehrerem unter dieſem Artikel handeln.

Gegenwohner (antoeci, antéciens) heißen diejenigen Bewohner auf der Erdoberfläche, welche in einerley Mittagskreiſe, und in gleichen aber entgegengeſetzten Breiten wohnen. Es haben alſo die Gegenbewohner zu gleicher Zeit Mittag und einerley Tageslänge, aber verſchiedene Jahreszeiten, ſo haben unſere Gegenwohner Frühling, wenn wir Herbſt haben u. ſ. f.

Gehör (auditus, ouïe) iſt der Sinn, durch welchen wir die Erſchütterungen der Luft empfinden, welche bey dem Schall vor ſich gehen. Daher ſind die Gehörwerkzeuge theils aus Knorpeln, theils aus Knochen gebildet, um die Erſchütterungen bis zu den Gehörnerven, und vermittelſt dieſer bis zum Gehirn fortzupflanzen.

Das äußerliche Ohr beſteht aus einem muſchelförmigen Knorpel, woran man verſchiedene Erhabenheiten und Vertiefungen unterſcheidet. Den äußern erhabenen Rand, welcher in der Höhle des Ohres anfängt, und ſich nach hinten und außen bis zur Gegend des Oberläppchens herumſchlägt, nennt man den **Helix**; unterhalb desſelben läuft eine andere Erhabenheit, welche mit zwey Schenkeln anfängt, ſich hernach einfach, beynahe parallel, neben dem Helix herumbiegt, und der **Anthelix** heißt. Die Furche zwiſchen dem Helix und Anthelix heißt die **ungenannte Vertiefung**. Vorn nach dem Geſichte zu iſt ein großer mit kurzen Haaren beſetzter Hügel, welcher der **Bock** oder **Tragus** genennet wird; dieſem gegenüber, am Ende des Anthelix, liegt ein anderer kleiner Hügel, welcher **Antitragus** heißt. Die große innere Höhle des Ohres, die von allen dieſen Erhabenheiten umgeben wird, hat den Nahmen der **Muſchel** (concha, conque) erhalten; ſie wird durch den Anfang des Helix in zwey ungleiche Hälften getheilet. Das ganze äußerliche Ohr iſt

iſt mit etwas Zellgewebe und darüber mit den allgemeinen Decken überzogen; leztere bilden unten eine Art von Anhang, der mit hartem Fett ausgepolſtert iſt, und das **Ohrläppchen** (lobulus auri) genannt wird. Das äußerliche Ohr verlängert ſich in eine etwas zuſammengedrückte knorpelige Röhre, die man den **knorpeligen Gehörgang** (meatus auditorius cartilagineus) nennt, und welche ſich an den trichterförmig gebildeten äußeren Gehörgang des Schlafbeins anſchließt. Der knöcherne Gehörgang, der ſich von hinten nach vorne und von außen nach innen erſtreckt, wird durch das **Trommelfell** (membranum tympani) begrenzt. Dieſes iſt eine ſchiefliegende, nach innen convexe, gefäßreiche, aus verſchiedenen Blättern beſtehende, ſehr elaſtiſche Membran, welche eine im ſo genannten Felſenbein der Schläfe befindliche Höhle bedeckt, welche den Nahmen der **Pauke** oder **Trommelhöhle** (tympanum) führt. Das Trommelfell liegt bey Kindern in einem eigenen knöchernen Ringe, welcher in der Folge mit dem Felſenbein völlig verwächſt. Die Trommelhöhle ſelbſt hat eine rundliche Figur, und liegt mit ihrem Boden etwas aufwärts gerichtet. Sie enthält die Gehörknöchelchen, deren man drey zählet, nämlich den Hammer, Ambos und Steigbügel. Am **Hammer** (malleus) unterſcheidet man den Kopf, welcher an der Decke der Trommelhöhle befeſtiget iſt, und ſich daſelbſt mit dem Körper des Amboßes verbindet; von demſelben geht der ziemlich lange Griff nach dem Trommelfell, und legt ſich zwiſchen die Lamellen deſſelben; unter dem Griff iſt ein kurzer, gegen das Trommelfell gerichteter Fortſatz, und endlich geht nach vorn hin ein langer, etwas gekrümmter dünner Fortſatz ab, welcher ſich in eine eigene Furche des Knochens feſtſetzt. Der **Ambos** (incus) hat einen dicken Körper, welcher mit dem Kopf des Hammers durch eine Art von Gelenk verbunden iſt. Von demſelben gehen zwey Schenkel ab; der kürzere befeſtiget ſich oben am Knochen; der längere läuft faſt mit dem Griff des Hammers parallel und verbindet ſich zulezt mit dem Steigbügel. Die Spitze des **Steig-**

bügels (ſtapes) verbindet ſich vermittelſt eines plattrunden Knöpfchens, das man gewöhnlich als einen eigenen Knochen anſiehet, mit dem langen Schenkel des Amboßes; ſeine Grundfläche oder Baſis aber, die eine beynahe länglichrunde Figur hat, ruht auf dem ſogenannten eyförmigen Fenſter. Dieſe Knöchelchen, die wie die Trommelhöhle ſelbſt mit einer zarten, gefäßreichen Beinhaut überzogen ſind, werden durch eigene kleine Muskeln dergeſtalt bewegt, daß dadurch hauptſächlich das Trommelfell in eine ſtärkere Spannung gebracht, und wieder erſchlafft werden kann. Im Boden der Trommelhöhle ſieht man eine Erhabenheit, welche den Nahmen des **Vorgebirges** (promontorium) führet, und ſich um ein rundes Loch herumzieht, welches die Mündung der Schnecke ausmacht. Man nennt dieſes Loch das **runde Fenſter** (feneſtra rotunda); im friſchen Zuſtande iſt es mit der feinen Beinhaut der Trommelhöhle und Schnecke verſchloſſen. Ueber dieſem Loche liegt ein anderes, von beynahe eyförmiger Figur, welchem man den Nahmen des **eyrunden Fenſters** (feneſtra oualis) gegeben hat; es führet gegen den Vorhof, iſt aber mit dem Steigbügel völlig bedeckt. Um dieſes Fenſter herum läuft ein Canal weg, welcher im innern Gehörgange (meatus auditorius internus) ſeinen Anfang nimmt, und welcher der **fallopiſche Canal** genannt wird; er enthält die harte Portion des ſiebenten Gehirnnerven. Neben dieſem Fenſter nach hinten zu, liegt eine kleine Art von Pyramide, aus deren hohler Spitze eine, wie ein feiner Faden ausſehende, zarte Sehne hervorgehet, und ſich an die Spitze des Steigbügels feſtſetzet. Der kleine aber ſehr deutliche Muskel, zu welchem dieſe Sehne gehöret, kann den Steigbügel ſeitwärts ſo anziehen, daß er ſich vorn von dieſem Loch abbegibt, und nach hinten ſich tiefer in daſſelbe eindrückt; die Trommelhöhle ſelbſt aber, welche alle dieſe Theile in ſich faßt, wird durch die im Zitzenfortſatz des Schläfenbeins enthaltenen Zellen vergrößert; nach vorn aber gehet aus ihr ein Canal hervor, welcher an der Trommelhöhle knöchern iſt, nachher knorpelig wird, und ſich

zuletzt

zuletzt häutig endiget. Dieſer Canal, welcher die euſtachiſche **Röhre** (tuba Euſtachiana) genannt wird, öffnet ſich zur Seite der hintern Naſenöffnung, und iſt inwendig mit einer Fortſetzung der Schleimhaut der Naſe überzogen, und daher immer mit einem dünnen Schleim angefüllt, welcher ſich bis in die Trommelhöhle ergießet. Wenn dieſe Röhre ganz verſtopfet iſt, ſo entſteht eine Art von Taubheit.

Im innerſten des Felſenbeins liegt eine Höhle, die man den **Vorhof** (veſtibulum) nennt, und in welche man aus der Trommelhöhle durch die eyrunden Fenſter gelangen kann. Dieſer Vorhof hat neben ſich vorn die Schnecke, nach hinten aber die drey halbzirkelförmigen Canäle liegen; alle dieſe Theile aber heißen zuſammen das **Labyrinth**. Dieſe halbzirkelförmigen Canäle, von welchen zwey vertikal gerichtet ſind, der dritte aber eine horizontale Lage hat, öffnen ſich mit 5 Mündungen in den Vorhof, weil die beyden größten Canäle mit ihrem einen Ende zuſammenfließen. Die **Schnecke** (cochlea) hat im rechten Ohr die Figur einer rechts gewundenen, im linken Ohr aber die einer links gewundenen Gartenſchnecke von 2½ Windungen. Sie liegt ſo, daß ihre Baſis nach hinten und gegen die Höhle des Schädels, ihre Spitze aber auswärts gerichtet iſt. Eigentlich ſtellt ſie eine allmälig ſich verengernde Röhre vor, welche zum Theil um eine Spindel gewunden, und durch eine Scheidewand der Länge nach in zwey Hälften getheilet iſt. Dieſe Scheidewand, welche man das **ſpiralförmige Blatt** (lamina ſpiralis) nennt, fängt im Vorhof an, windet ſich in der Schnecke fort, wird dabey immer ſchmäler, und endiget ſich unter der Decke oder Kuppel der Schnecke in einen freyſtehenden Haken. Sie iſt da, wo ſie um die Spindel herumläuft, knöchern, und beſteht aus zwey dünnen über einander liegenden Knochenblättchen; da, wo ſie gegen die äußere Wand der Schnecke ſelbſt gerichtet iſt, beſteht ſie aus dem feinen Beinhäutchen, welches jene Knochenblätter bedecket, und hier die Scheidewand vollſtändig macht; man pflegt dieſen häutigen Rand zona zu nennen.

Die vermittelſt des ſpiralförmigen Blattes von einander abgeſonderten beyden Hälften der Schnecke ſtehen nur unter der Kuppel in Gemeinſchaft, übrigens aber ſind ſie völlig von einander getrennt: man nennt ſie **Treppen** (ſcalae) der Schnecke. Die innere oder hintere fängt mit dem runden Fenſter an, und heißt daher die **Treppe der Trommelhöhle** (ſcala tympani); die vordere öffnet ſich in den Vorhof, und heißt daher die **Treppe des Vorhofs** (ſcala veſtibuli). Die Baſis der Schnecke iſt gegen den innern Gehörgang gerichtet, und hat in der Mitte ein kleines Loch, das die Mündung eines Canals iſt, welcher der Länge nach durch die Spindel geht, und ſich unter dem Häkchen endet. Um die ganze Spindel herum ſieht man feine Löcher, welche mit dieſem Canal Gemeinſchaft haben. Das ganze Labyrinth iſt mit einem feinen Waſſer angefüllt, das von den zarten Arterien der Beinhaut dieſes Theils ausgehaucht, und durch zwey dünne Canäle geführet wird, wie die Herrn **Cotugni** [α]) und **Mekel** [β]) entdecket haben. Der eine Canal fängt im Boden des Vorhofes an, und endigt ſich gleich hinter dem innern Gehörgange, der zweyte kömmt vom Anfang der Schnecke, und öffnet ſich neben und unter dem innern Gehörgange; beyde ergießen ihr Waſſer in den benachbarten ſinum transuerſum, nahe an der foſſa iugulari.

Unter den Nerven, welche zum Ohre gehören, ſind vorzüglich die der innern Gehörwerkzeuge merkwürdig, die aus dem ſiebenten Nervenpaar, welches man daher auch das **Paar der Gehörnerven** nennt, entſpringen. Dieſer Nerve beſtehet aus zwey Portionen, welche eigentlich zwey beſondere und nur neben einander liegende Nerven ſind, zwiſchen welchen man bey ihrem Austritt aus dem Gehöre noch etliche einzelne feine Fädchen wahrnimmt. Beyde gehen in den innern Gehörgang, trennen ſich aber bald aus einander. Die eine Portion iſt kleiner und härter; ſie tritt gleich in den fallopiſchen Canal, und geht zu demſelben durch

α) De aquaeductibus auris humanae internae. Neap. 1760. 4.
β) Diſſ. de labyrinthi auris contentis. Argent. 1777. 4.

durch das foramen ſtylo - maſtoideum heraus, um ſich mit vielen Zweigen in das Geſicht zu verbreiten. Bey ihrem Durchgang durch dieſen Canal kömmt ſie mit dem Anfang des großen Intercoſtalnerven in Verbindung und gibt einen Faden von ſich, welcher zwiſchen dem Hammer und Ambos wegläuft, und ſich mit dem Zungennerv vereiniget, welcher aus dem dritten Aſt des fünften Nervenpaars abgeht; dieſer merkwürdige Faden wird, wegen ſeines Laufs hinter dem Trommelfell, chorda tympani genannt. Die andere Portion des ſiebenten Nervenpaars iſt größer, als jene, und ganz weich. Sie vertheilt ſich gleich, ſo wie ſie in den innern Gehörgang gelangt iſt, in verſchiedene Fäden, die theils zur Schnecke gehören, theils in den Vorhof dringen, und in demſelben eine breyartige Haut bilden, welche ſich bis in die halbzirkelförmigen Canäle fortſetzet. Der Faden, welcher zur Schnecke gehöret, läuft durch den in der Spindel befindlichen Canal, und gibt unzählige feine Fädchen von ſich, die durch die zarten, an der Spindel befindlichen Löcher hervorgehen, ſich zwiſchen die Knochenblättchen des ſpiralförmigen Blattes begeben, und ſich bis in den häutigen Rand dieſes Blattes erſtrecken. Da das ſpiralförmige Blatt immer ſchmäler wird, je näher es an die Spitze der Schnecke kömmt, ſo werden die Nervenfädchen immer kürzer, je höher ſie aus dem Canal der Spindel hervorgehen. Dieſe zarten Nervenfädchen ſind mit den feinen Gefäßen untermiſcht, welche zur Schnecke gehören.

Die Art, wie das Gehör hervorgebracht wird, iſt die, daß die Erſchütterungen der Luft, welche beym Schalle vor ſich gehen, zuerſt auf das äußerliche Ohr fallen, und von demſelben gegen den äußerlichen Gehörgang getrieben werden, in welchem ſie ſich vereinigen. Hier trifft der Schall das Trommelfell, und erſchüttert dasſelbe; damit aber die Erſchütterung nicht zu heftig werde, und das Trommelfell zerſprenge, wie bey einem ſehr heftigen und nahen Schall geſchehen kann, ſo weicht die in der Trommelhöhle enthaltene und durch die euſtachiſche Röhre eindringende Luft durch

eben

eben dieſe Röhre wieder aus. Die Erſchütterung des Trommelfells erſchüttert aber auch die Gehörknöchelchen, und pflanzt ſich durch den Steigbügel bis zum Vorhof, und durch die Membran des runden Fenſters bis zur Schnecke fort. Da aber das ganze Labyrinth mit einem feinen Wäſſerchen angefüllet iſt, ſo muß dieſes Wäſſerchen erzittern, und die im Labyrinth enthaltene Nervenſubſtanz des Gehirnnerven gelind erſchüttern, worauf ſodann die in dieſem Nerven vor ſich gehende Veränderung bis ins Gehirn fortgepflanzet wird. Das Wäſſerchen im Labyrinth dient offenbar dazu, um zu verhindern, daß die weiche, breyartige Subſtanz des Gehirnnerven nicht zu heftig erſchüttert werden möge. Der Nutzen der ſo ſehr künſtlich gebildeten Schnecke läßt ſich zwar nicht genau beſtimmen; doch ſcheinet es, da ſie den Vögeln fehlet, daß ſie mehr zur genauern Unterſcheidung der Tiefe und Höhe der Töne, als zur Empfindung von einem Schall überhaupt gehöret, weil man nämlich die auf dem ſpiralförmigen Blatte laufenden zarten Nerven wohl als eben ſo viel immer kürzer werdende Saiten anſehen kann, welche gleichſam die einzelnen Töne wiederhohlen. Die gar zu hohen Töne fallen uns läſtig, weil ſie die zarten Nerven zu ſchnell und zu heftig erſchüttern, ſo daß ſie wohl gar zerreißen können. Beym Zerſprengen des Trommelfells aber entſteht nicht immer völlige Taubheit.

M. ſ. Anfangsgründe der mediciniſchen Anthropologie und der Staatsarzneykunde von **D. Juſt. Chr. Loder** §. 248. u. f. Anatomicae diſquiſitiones de auditu et olfactu, auctore *Ant. Scarpa*. Pavia 1789 fol.

Geiſt, Spiritus (ſpiritus, eſprit) iſt eine Flüſſigkeit, welche durchs Deſtilliren aus den Körpern erhalten wird, aus flüchtigen, die Nerven reitzenden Theilen beſtehet, und ſich in allen Verhältniſſen mit Waſſer vermiſchen läßt. Es gibt drey Hauptarten von Spiritus: **brennbare, ſaure, alkaliſche.**

Zu den brennbaren gehören die flüchtigſten und feinſten Theile der weſentlichen Pflanzenöle, oder der **Spiritus**

Rector, und die eigentlichen **brennbaren Geiſter** (ſpiritus inflammabiles), welche alle gegohrne, weinartige Getränke bey der Deſtillation geben, als Wein, Bier u. dergl. M. ſ. **Weingeiſt.**

Zu den ſauren rechnet man alle durch die Deſtillation erhaltene Säuren. Den aus dem Mineralreiche gewonnenen gibt man den Nahmen von denjenigen Subſtanzen, woraus ſie erhalten werden, wie Salpetergeiſt, Schwefelgeiſt; bey den aus dem Pflanzen- und Thierreiche pflegt man das Beywort ſauer hinzuzuſetzen, weil dergleichen Subſtanzen noch andere nicht ſaure Geiſter liefern, z. B. ſaurer Ameiſengeiſt u. ſ. f.

Zu den dritten gehören die flüchtig alkaliſchen Geiſter aus dem Salmiak, gefaulten Pflanzen und thieriſchen Subſtanzen, wie z. B. der Hirſchhornſpiritus, der flüchtige Salmiakgeiſt u. ſ. f.

M. ſ. **Macquer** chymiſches Wörterbuch, Artikel **Spiritus.**

Gemälde, elektriſches ſ. **Zaubergemälde.**

Geocentriſch (geocentricum, géocentrique) heißt dasjenige, was ſich auf den Mittelpunkt der Erde beziehet, oder wovon man ſich gedenket, daß es aus dem Mittelpunkte der Erde betrachtet wird. Die Stelle, welche ein Planet aus dem Mittelpunkt der Erde geſehen unter den Fixſternen einnehmen würde, heißt ſein **geocentriſcher Ort**, und deſſen Länge und Breite die **geocentriſche.** Dieſer Planet wird an eben derſelben Stelle aus demjenigen Orte der Erdoberfläche geſehen, welche ihn zu der Zeit im Scheitel hat. Von dem geocentriſchen Orte unterſcheidet man den **heliocentriſchen** und den **wahren** Ort. M. ſ. **Heliocentriſch.**

Geogenie, Geogonie (geogonia). Hierunter verſteht man die Lehre von der Entſtehung und Bildung unſerer Erdkugel. Sie iſt ein Theil der phyſiſchen Geographie. M. ſ. den Artikel **Erdkugel.**

Geographie, Erdbeſchreibung (geographia, géographie) iſt im Allgemeinen die Lehre von der Erde. Beſonders

ſonders wird ſie eingetheilet in die **mathematiſche, phyſiſche** und **politiſche**. Die mathematiſche Geographie gibt Unterricht von dem, was bey der Erde einer Ausmeſſung fähig iſt. Sie zeiget alſo, wie man die Figur der Grenzen großer Länder und Meere, und die Lage und die Entfernungen der merkwürdigen Oerter von einander durch Meſſungen finden, und dieß alles in Zeichnungen bringen könne; die **phyſiſche** handelt von ihrer natürlichen Beſchaffenheit, Bildung, Veränderung, den Theilen ihrer Oberfläche, dem feſten Lande, Gewäſſern, Inſeln, Bergen u. dergl. und heißt auch bisweilen **Naturgeſchichte der Erde**. Die politiſche endlich gibt Unterricht von den bürgerlichen Abtheilungen der Erdoberfläche.

Die mathematiſche und phyſiſche Geographie, welche die natürliche Beſchaffenheit der Erde betreffen, begreift man zuſammen unter dem Nahmen der **allgemeinen Erdbeſchreibung**, und dieſe gehöret eigentlich zur Phyſik. Sie wird in verſchiedene beſondere Abſchnitte getheilet, welche eigene Nahmen führen, z. B. **Ichnographie, Hydrographie, Gebirgslehre** u. ſ. f.

Der Grund dieſer Wiſſenſchaft wurde durch die Reiſen der älteſten Völker wegen Handelsgeſchäften, beſonders durch die Seereiſen der Phönicier geleget. Die Erfindung der Schifffahrt gab hierzu vorzügliche Gelegenheit, ob man es gleich anfänglich nicht wagte, ſich von den Küſten zu entfernen. Dadurch lernten doch wenigſtens die Phönicier und Griechen den größten Theil der Küſten des mittelländiſchen Meeres und der anliegenden Länder kennen. Beſondere eigennützige Abſichten aber, ſo wie der Hang zum Wunderbaren gaben Veranlaſſung, die Berichte der Reiſenden mit abgeſchmackten Fabeln zu vermiſchen, wovon ſich in den geographiſchen Schriften der Alten auffallende Beyſpiele finden.

Auf die ſphäroidiſche Geſtalt der Erde wurde man gar bald durch die Beobachtungen der Mondfinſterniſſe und des Unterſchiedes der Mittagshöhen der Geſtirne geleitet. **Thales** und andere griechiſche Weltweiſe verbreiteten in ihren

Schulen Kenntniſſe von den Geſtirnen und der Sonne, und deren Verhältniſſe gegen die übrigen Planeten und vorzüglich gegen die Erde. Des Thales Schüler, Anaximander, war nach den Berichten des Strabo *) der erſte, welcher eine Zeichnung vom Umfange der Erde und des Meeres (d. i. von den Küſten der damahls bekannten Länder) gemacht, ſo wie Hekatäus die erſte Erdbeſchreibung abgefaſſet hat. Von Maſſilien aus, einer damahligen republikaniſchen Colonie der Phoceuſer, dem heutigen Marſeille, wurde Pytheas ausgeſandt, um gegen Norden neue Entdeckungen zu machen. Er kam bis Thule (Island), und gab Nachricht, daß er am längſten Tage die Sonne nicht habe untergehen geſehen. Strabo führet aus ſeiner Schrift unter andern noch folgende ſeltſame Worte an: ait, hunc de Thule et iſtis locis ita narrare, neque terram ibi porro eſſe, neque mare, neque aerem, ſed quippiam ex his concretum, pulmonis marini ſimile, in quo terra et mare ſublimia pendeant, atque vniuerſa, hocque eſſe quaſi vinculum vniuerſi, neque pedibus acceſſum, neque nauibus, ac formam pulmonis ſe ipſum vidiſſe, cetera audita percepta referre. Die Carthaginienſer, als eine der Handlung ganz ergebene Nation und Colonie der Phönicier, erweiterten ebenfalls die Kenntniß fremder Länder. Hudſon) hat von dieſem Zeitalter einige geographiſche Schriften angeführet. Eine weit größere Erweiterung erhielt die mathematiſche Geographie in der alexandriniſchen Schule. Eratoſthenes war der erſte, welcher die Größe der Erde berechnete, und Hipparch lehrte die Beſtimmung der Lage der Oerter durch Länge und Breite, die Erfindung der Längen aus den Mondfinſterniſſen, und die Methode, die Kugel auf einer Ebene zu entwerfen. Endlich trug auch hier Ptolemäus, im zweyten Jahrhunderte nach Chriſti Geburt, die geographiſchen Kenntniſſe ſeiner Zeit in eine vollſtän-

α) Geograph. L. I. p. 5.

β) Geographiae veteris ſcriptores graeci minores III. Vol. Oxon. 1698 — 1712. 8.

vollſtändige Sammlung zuſammen α), welcher **Agathodämon** Zeichnungen oder Landcharten beygefüget hat. Die den alten bekannte Welt hat ſich hiernach nicht über 124° in die Länge und 84° in die Breite erſtrecket, ſelbſt die Länder mit einbegriffen, von deren Daſeyn man nur Vermuthung hatte.

Von der phyſiſchen Geographie trifft man eine ſehr große Menge, aber größtentheils unzuverläſſiger und fabelhafter Nachrichten in den Schriften des **Ariſtoteles** und **Plinius** an; auch die Schriftſteller der politiſchen Geographie, wie z. B. **Pomponius Mela**, **Strabo** und andere haben manches hierher Gehörige mit angeführet.

In dem neunten Jahrhunderte wurde von einem Kaliſen, **Al-Mamon** eine Erdmeſſung veranſtaltet, und in einem der folgenden Jahrhunderte der Seecompaß erfunden. M. ſ. **Compaß**. Seit dieſer Zeit wurde auch die Schiffahrt in einen vollkommenen Zuſtand verſetzet, wobey ſich beſonders die Portugieſen im 14ten Jahrhunderte durch den Prinzen **Heinrich von Seefahrer** berühmt machten. Ueberhaupt hatte man zu dieſen Zeiten bis ins 16te Jahrhundert einen großen Hang zur Länderentdeckung, welches ſehr wichtige Folgen nach ſich zog. Im Jahre 1486 entdeckte der Portugieſe Bartholomäus Diaz die Umfahrt um die ſüdliche Spitze von Afrika, und gab dadurch ſeiner Nation zum oſtindiſchen Handel Gelegenheit, welcher bisher in den Händen der Venetianer geweſen war. Nicht lange darnach, im Jahre 1492, wurde die neue Welt, oder der vierte Welttheil von **Chriſtoph Colom** oder **Columbus** entdecket, deren Geſchichte **Robertſon** β) ſo ſchön erzählet hat. Dieſe Entdeckung hat man dem **Colom** ſtreitig machen wollen, indem ſie **Stüven** γ) vielmehr dem nürnberger Patricier, **Martin Behaim**, zuſchreibt, welcher ſich in Portugall und auf der azoriſchen Inſel Fayal aufhielt, viele

 Seereiſen

α) Γεωγραφικῆς ἐξηγήσεως ſ. geographicae enarrationis libri VII.
β) Geſchichte von Amerika, a. d. Engl. III. Theile Leipz. 1777 8.
γ) Diſſ. de vero noui orbis inuentore. Frf. 1714. 4.

Seereiſen machte, und künſtliche Erdkugeln verfertigte. Eine ſolche Erdkugel bildete **Doppelmayer** [α]) ab, worauf wirklich an der Stelle, wo Amerika liegt, feſtes Land, aber zuſammenhängend mit Aſien, angegeben iſt. Auch führet er an, **Wagenſeil** [β]) habe aus dem behaimiſchen Familienarchiv Urkunden abdrucken laſſen, aus welchen erhelle, daß **Behaim** 1485 in Braſilien gelandet ſey, ja ſogar die magellaniſche Meerenge entdecket haben ſoll. Hierzu kömmt noch, daß **Ferrara**, ein ſehr glaubwürdiger ſpaniſcher Geſchichtsſchreiber, den berühmten Kosmographen und Verfertiger künſtlicher Erdkugeln, **Martinus de Bohemia**, als einen Freund des Columbus nennt. Allein die angeführten Urkunden ſcheinen dem Behaim mehr zu zuſchreiben, als es wirklich ſeyn ſollte, und außerdem hatte man damahls die Meinung, daß ſich Aſien bis gegen das atlantiſche Meer erſtrecke, woraus dann alſo wohl folget, daß man die verdiente Ehre dieſer Entdeckung dem **Colom** nicht abſprechen kann. Im Jahre 1519 wurde endlich auch die erſte Umſchiffung der Erde von **Ferdinand Magellan** unternommen, wodurch die Kugelgeſtalt der Erde außer Zweifel geſetzet wurde.

Ueberhaupt erhielt zu dieſer Zeit die Geographie eine ganz andere Geſtalt, indem die Lage der Oerter auf der Erdoberfläche, Entfernungen der himmliſchen Körper von der Erde u. ſ. f. durch die immer ſich mehr vervollkommnende Aſtronomie beſtimmt wurden. Alles, was man im 17ten Jahrhunderte von der Geographie wußte, trug **Riccioli** [γ]) in einem in ſeiner Art ganz eigenen Werke vollſtändig zuſammen. Noch mehr Erweiterungen erhielt die Geographie durch die Errichtungen der Geſellſchaften in Frankreich und England. Dieſe ſtellten zur genauern Kenntniß unſerer Erde oft koſtbare Reiſen an, erfanden zuverläſſigere Methoden,

α) Nachricht von den nürnbergiſchen Mathematikern u. Künſtlern. Nürnberg 1730 fol.

β) Sacra parentalia Behaimiana.

γ) Geographia et hydrographia reformata, Venet. 1665. fol.

den, die Größe der Erde zu beſtimmen, die geographiſchen Längen und Breiten der Oerter zu finden, und eben daher eine große Verbeſſerung bey Verfertigung der Landcharten zu bewirken. Folgen aus den Schwingungsbewegungen, beſonders flüſſiger Maſſen, gaben **Huygens** und **Newton** Veranlaſſung, zu vermuthen, daß unſere Erde eine ſphäroidiſche Geſtalt haben müſſe. Hieraus erfolgten Abmeſſungen auf der Erdoberfläche, durch welche in der Mitte des achtzehnten Jahrhunderts die ſphäroidiſche an den Polen abgeplattete Geſtalt der Erde außer allen Zweifel geſetzet wurde. In den neuern Zeiten ſind die geographiſchen Entdeckungen auf der Erdfläche durch unzählige Beobachtungen auf manchen von den Franzoſen, Engländern, Spaniern, Ruſſen und Schweden veranſtalteten See- und Landreiſen vervielfältiget, die Lagen vieler Oerter genauer beſtimmt, und die Landcharten zu einem höhern Grade der Vollkommenheit gebracht worden. Bey alle dem fehlt es noch viel, die Oberfläche unſerer Erde genau zu kennen, ja ſelbſt in vielen bekannten Ländern iſt die Lage der meiſten Oerter noch ſehr unbeſtimmt.

Die mathematiſche Geographie iſt in verſchiedenen ſehr ſchätzbaren Schriften vollſtändig abgehandelt worden, von **Mallet** [α]), **Bode** [β]), und vorzüglich **Käſtner** [γ]); auch findet man die erſten Grundſätze, worauf die Geographie zu bauen iſt, von **Maupertuis** [δ]) kurz abgefaßt; Anfängern beſonders iſt die Schrift des Herrn **Walch** [ε]) zu empfehlen.

 Was

α) Allgemeine oder mathematiſche Beſchreibung der Erdkugel, aus dem Schwed. überſetzt von Röhl. Greifsw. 1774. gr. 8.

β) Anleitung zur allgemeinen Kenntniß der Erdkugel, mit einer Charte und Kupfer. Berlin. 1786. gr. 8.

γ) Weitere Ausführung der mathematiſchen Geographie. Göttingen. 1795. 8.

δ) Elémens de géographie. à Paris 1742. 8.

ε) Ausführliche mathematiſche Geographie. Göttingen 1783. 8.

Was die phyſiſche Geographie betrifft, ſo iſt dieſe beſonders von **Lulofs** [α]), **Bergmann** [β]) und **de la Metherie** [γ]) abgefaſſet worden. Das Unentbehrlichſte findet man aber auch in andern mathematiſchen Lehrbüchern der angewandten Mathematik, und von beyden zugleich bey **Wiedeburg** [δ]).

Geologie (geologia, géologie). Dieſer Nahme, welcher die Lehre von der Erde bedeutet, iſt von einigen Schriftſtellern der phyſiſchen Geographie, von andern aber der phyſiſchen und mathematiſchen zugleich beygeleget worden. So werden vom Herrn **de Lüc** ſeine und des Herrn **de Sauſſüre** gemachte Unterſuchungen über die Beſchaffenheit der Erde geologiſch genannt; und Herr **Sack** [ε]) hat unter dieſem Nahmen eine mathematiſche und phyſiſche Erdbeſchreibung abgefaßt.

Georgsplanet ſ. **Uranus.**

Geräuſch, Getöſe ſ. **Schall.**

Gerinnung (coagulatio, coagulum, coagulation) iſt ein Ausdruck der Chemiſten, um überhaupt ſolche Operationen anzuzeigen, durch welche Körper aus dem flüſſigen Zuſtande in den feſten übergehen. So ſind z. B. Arten der Gerinnungen das Gefrieren, das Feſtwerden, das Geſtehen, Eindicken, Niederſchlagen, Buttern, Laaben u. d. g.

Beſonders aber wird der Nahme Gerinnung nur einigen Arten beygeleget, wohin gehören 1. das freywillige Geſtehen des Blutes, der Milch und einiger Pflanzenſäfte an der Luft. Das Blut iſt ſogleich einer Gerinnung unterworfen, ſo bald es keine Cirkulation im Körper mehr äußert. Aller Wahrſcheinlich-

α) Einleitung zur mathematiſchen und phyſikaliſchen Kenntniß der Erdkugel, aus dem Holländ. von Käſtner. Götting. und Leipz. 1755. gr. 4.

β) Phyſikaliſche Beſchreibung der Erdkugel, aus dem Schwediſchen von Röhl. Dritte Aufl. mit Verbeſſerungen und Vermehrungen. Greifsw. 1790. II. Bände. 8.

γ) Theorie der Erde, aus dem Franz. von Eſchenbach. 1797 — 1798. III Theile.

δ) Einleitung in die phyſiſch-mathem. Cosmologie. Gotha 1776. gr. 8.

ε) Geologie oder Betrachtung der Erde. Breslau 1785. 8.

ſcheinlichkeit nach iſt die Annahme der Wärme davon Urſache, wodurch die Beſtandtheile des Blutes eine nähere Verbindung eingehen; 2. die Gerinnung des Eyweißes, der Milch und anderer thieriſcher Säfte durch die Wärme. Nach **Martins** Beobachtungen iſt dazu eine Wärme von 156 Grad nach Fahrenheit erforderlich; 3. Gerinnung der Oele durch Säuren, der Milch durch Säuren, Laugenſalz und Weingeiſt u. ſ. f.

Bey allen Arten von Gerinnungen ſcheint die Wärme ein vorzügliches Agens zu ſeyn, nachdem nämlich die Grundſtoffe der einer Gerinnung fähigen Körper verſchiedene Verhältniſſe gegen die Wärme haben, nachdem wandeln ſie ſich in ganz andere Körperarten um. Daß die Milch durch einige Tropfen Säure ſogleich gerinnt, ſcheint auf folgenden Gründen zu beruhen: durch das Eintröpfeln der Säure entſteht Wärme, und dadurch werden die Beſtandtheile der Milch zurückgeſtoßen, und der Sauerſtoff, welcher ſchon weſentlich in der Milch enthalten iſt, bewirket neue Verbindungen dieſer Beſtandtheile, wodurch der käſige und wäſſerige Theil von einander getrennet werden.

Die feſte oder conſiſtente Subſtanz, welche durch eine Gerinnung aus zwey verſchiedenen Flüſſigkeiten entſtanden iſt, heißt ein **Coagulum**, eine **geronnene Subſtanz**.

Geruch (odoratus, olfactus, odorat) iſt der Sinn, wodurch wir die Gerüche mittelſt der Ausflüſſe der Körper empfinden. Das Werkzeug dieſes Sinnes iſt die **Schleimhaut** (membrana pituitaria narium ſ. membrana ſchneideriana), welche im Innern der Naſe ſich befindet, löcherig, ſehr gefäßreich, ungemein empfindlich, und vorn gegen die Naſenlöcher zu mit Haaren beſetzet iſt. Zum eigentlichen Sinne des Geruchs aber gehöret der erſte Gehirnnerv, der daher auch der **Geruchsnerv** (neruus olfactorius) genannt wird; dieſer ſenkt ſich mit mehreren feinen Fäden durch die Siebplatte in die Naſe, und verbreitet ſich hauptſächlich auf der Scheidewand der Naſe, theils aber auch gegen die Muſcheln. Dieſe faſt nackend liegenden Nerven werden

durch den Schleim gegen das Austrocknen, und gegen die andern ſchädlichen Wirkungen der durch die Naſe ſtreichenden Luft zwar hinlänglich geſchützt, doch aber bleibt ihnen noch ein ſehr hoher Grad von Empfindlichkeit übrig. Hieraus ſowohl, als aus der Nähe des Gehirns, läßt ſich erklären, warum die Wirkung ſtarker Gerüche, ſogar bey Scheintodten und in Ohnmacht liegenden, ſo ſchnell erfolget.

Wenn wir riechen wollen, ſo ziehen wir die mit den flüchtigen, öligen und ſalzigen Theilen der riechbaren Körper angefüllte Luft in die Naſe: dieſe Theile berühren dann die feinen Zweige der Geruchsnerven, und ſo pflanzt ſich die Empfindung davon bis zum Gehirn fort. Die Salz- und Oeltheilchen, welche der Geſchmack unterſcheidet, ſcheinen weniger fein und flüchtig zu ſeyn, als die, welche den Geruch erregen; doch kann auch der Unterſchied ſchon darin zum Theil liegen, daß die Nerven der Zunge mit dickern Häuten überzogen ſind, als die Nerven der Naſe. Bey vielen Thieren iſt der Geruch weit feiner, als bey dem Menſchen, welchen ein ganz feiner Geruch vielleicht zu läſtig geweſen wäre; doch läßt ſich der Geruch durch Uebung eben ſowohl ſchärfen, als durch Nachläſſigkeit ſtumpfer machen. Daher kömmt es, daß manche wilde Nation die Spur von Menſchen und Thieren durch den Geruch entdecken können, und daß hingegen Leute, welche in ſtinkender Luft leben, wenig oder gar nichts riechen. Merkwürdig iſt es auch, daß die mehreſten Wahnſinnigen an Schnupftaback, und an allem, was die Naſe gelinde reizt, ein großes Vergnügen finden.

Auch kann der Geruch durch Krankheit geſchwächet werden. Beym Schnupfen wird die Schleimhaut mit einem zähen und häufigen Schleime überzogen, welche theils ihre ganze Subſtanz anſchwellet und ſie zur Empfindung der Gerüche unfähig macht, theils auch die Luft abhält, die Ausflüſſe der Körper an die Nerven zu bringen.

M. ſ. Anfangsgründe der mediciniſchen Anthropologie von Loder §. 243 f.

Gerüch-

Gerüche (odores, corporum partes odoriferae, odeurs) heißen diejenigen Ausflüſſe der Körper, welche auf den Sinn des Geruchs wirken. Sie beſtehen ohne Zweifel aus zarten, ſalzigen und flüchtigen Theilen, welche durch Bewegungen, Wärme, Auflöſungen, Gährungen u. ſ. f. von den Körpern getrennt und vermittelſt der Luft zur Naſe gebracht werden. Nach Verſchiedenheit der Körper ſind dieſe Gerüche auch verſchieden, und durch wirkliche Zerſetzungen der Körper entſtehen Ausflüſſe, welche ſie ſonſt in ihrem natürlichen Zuſtande nicht zeigen, ja dieſe Gerüche werden immer durchdringender und heftiger, und ändern ſich ſelbſt nach Verſchiedenheit ihrer Zerſetzungen ab.

Uebrigens hat man für die verſchiedenen Arten der Gerüche keine ſo beſtimmten Nahmen, als für die Gegenſtände des Geſchmacks und der übrigen Sinne, wiewohl man auch die Beywörter, angenehme, liebliche, ſtinkende, ekelhafte, beißende u. ſ. Gerüche gebrauchet.

Von der Feinheit der Ausflüſſe, welche die Gerüche umher verbreiten, ſ. m. den Artikel **Ausflüſſe**.

Geſchmack (guſtus, guſtatus, goût) iſt der Sinn, wodurch wir das Schmackhafte der Körper mit der Zunge empfinden. Dieſer Sinn iſt einer der nothwendigſten in der thieriſchen Oekonomie, weil er vorzüglich dazu dienet, die Nahrungsmittel gehörig von einander zu unterſcheiden; denn gewöhnlich ſind diejenigen Körper, welche einen unangenehmen, widrigen Geſchmack haben, nicht ſo heilſam und nahrhaft als diejenigen, welche einen angenehmen Geſchmack verurſachen.

Der Geſchmack hat ſeinen Sitz vorzüglich auf der Zunge, und zwar an der Oberfläche und an den Seitenflächen derſelben; jedoch aber haben wir auch am Gaumen, an den Lippen und im Schlunde einige, wiewohl nicht ſo deutliche Empfindung von den ſchmeckbaren Körpern. Die Zunge beſteht aus vielen, gleichſam in einander gewirrten Muſkelfaſern, welche zu beyden Seiten von dem Zungenbein, von der Unterkinnlade, und vom Griffelfortſatz des Schläf-

Schläfbeins ihren Urſprung nehmen, und zwiſchen welchen eine der Zunge eigenthümliche Lage von Muſkelfaſern (muſculus lingualis) befindlich iſt. Vermöge dieſer Muſkeln iſt ſie nicht allein im Munde ſelbſt nach allen Gegenden hin beweglich, ſondern wir können ſie auch aus dem Munde weit hervortreiben, und wieder in die Höhle deſſelben zurückziehen. Die Nerven der Zunge ſind anſehnlich. Zu beyden Seiten ſenkt ſich in dieſelbe ein Nerv (gloſſo-pharyngeus), welchen man als eine Portion des achten Gehirnnerven anzuſehen pflegt; außerdem geht der ganze neunte Gehirnnerv (neruus noni paris ſ. hypogloſſus) in die Muſkeln der Zunge; am merkwürdigſten iſt der Zungennerv, welcher aus dem dritten Aſt des fünften Gehirnnerven entſteht (ramus lingualis rami tertii quinti paris), welchen man bis in die Spitze der Zunge verfolgen kann, und welcher höchſt wahrſcheinlich den Geſchmack hervorbringt. Auf der ganzen obern Fläche und an den Seiten der Zunge ſieht man eine Menge Nervenwärzchen von verſchiedener Größe. Die kleinſten von ihnen ſind in großer Menge auf der ganzen Zunge zerſtreuet, und heißen **koniſche Wärzchen** (papillae conicae); dieſe ſcheinen am lebhafteſten zu ſchmecken. Zwiſchen ihnen ſieht man größere allenthalben vorkommen, welche man die ſchwammförmigen (fungiformes) nennt. Dieſe und hauptſächlich die koniſchen bilden von beyden Seiten der Zunge parallele Striche, welche den ſpiralförmigen Linien der Nervenwärzchen an den Fingern ſehr ähnlich ſind. Gegen die Wurzel der Zunge hin kommen die größten Nervenwärzchen vor, welche wie mit einem Wall umgeben ſind, und davon ihren Nahmen führen. Es pflegen ihrer gewöhnlich ſieben bis neun oder eilf zu ſeyn. Eine von ihnen liegt in einer tiefen Grube, welche hinten auf der Wurzel der Zunge zu ſehen iſt, und das blinde Loch der Zunge (foramen caecum linguae) genannt wird. Dieſes Loch iſt eine Schleimgrube, und dient zur Abſonderung einer dünnen ſchleimigen Feuchtigkeit, welche die Zunge beſtändig naß erhält,

und

und die auch aus vielen blaſenähnlichen Schleimhöhlen abgeſondert wird, deren eine Menge auf der Oberfläche der Wurzel der Zunge zu ſehen iſt. Zu dieſer Feuchtigkeit kömmt die, welche von kleinen Drüſen der Lippen, der Backen, des Gaumens und überhaupt der Höhle des Mundes abgeſondert wird, und ſich mit dem Speichel vermiſcht. Weil die aus dem Magen durch die Speiſeröhre bis in den Mund ſteigenden Dünſte ſich an den Schleim der Zunge legen, ſo kann man es ſich erklären, warum der Schleim der Zunge bitter, ſcharf u. ſ. f. wird, auch eine andere Farbe annimmt, wenn der Magen nicht recht verdauet, oder mit Unreinigkeiten angefüllet iſt. Wenn man großen Appetit hat, ſo wird die Abſonderung im Munde ſtärker, oder der Mund wird, wie man ſagt, voll Waſſers.

Wenn wir etwas ſchmecken wollen, ſo muß die Zunge ſelbſt feucht ſeyn, oder der an die Zunge gebrachte Körper muß Feuchtigkeit enthalten, außerdem fühlt die Zunge wohl, aber ſie ſchmeckt nicht. Beym Schmecken ſtrecken ſich die Zungenwärzchen gleichſam hervor oder werden erigiret. Der Körper aber, den wir ſchmecken wollen, muß Salztheilchen enthalten, welche auf mancherley Art verändert oder mit öligen Theilchen verſetzt ſeyn können, allemahl aber auf der Zunge ſich auflöſen müſſen. Iſt die Empfindung von ſolchen Salztheilchen ſcharf, ſo wird der Geſchmack heftig, unangenehm und endlich ſchmerzhaft; letzteres entſtehet auch dann, wenn z. B. durch eine Verbrennung ſich das Oberhäutchen der Zunge an einer Stelle abgeſondert hat. Solche Körper, die gar keine Salztheilchen enthalten, z. B. das reinſte Waſſer, erregen auch bey uns keinen Geſchmack. Von der Figur der Salzkryſtallen kann die Verſchiedenheit des Geſchmacks nicht wohl herkommen. Bey manchen Thieren iſt der Geſchmack äußerſt fein, damit ſie die ihnen dienlichen Speiſen von den ſchädlichen deſto beſſer unterſcheiden können.

M. ſ. Anfangsgründe der mediciniſchen Anthropologie von **Loder** §. 240.

Geſchwin-

Geſchwindigkeit (celeritas, velocitas, viteſſe). Dieſes Wort drückt einen relativen Begriff aus, welcher ganz allein von der Vergleichung des Raums mit der Zeit bey den Bewegungen der Körper abhänget. Bey jeder Bewegung verfließet eine Zeit, während deſſen der Körper einen gewiſſen Raum zurückleget. Iſt dieſer Raum in einer kleinen Zeit ſehr groß, ſo legt man dem bewegten Körper eine große Geſchwindigkeit bey; iſt hingegen der Raum, welchen der Körper in eben der Zeit zurückleget, kleiner, ſo iſt auch ſeine Geſchwindigkeit geringer. Es iſt alſo die Geſchwindigkeit des einen Körpers zweymahl, dreymahl u. ſ. größer, als die eines andern Körpers, wenn jener in eben der Zeit einen zweymahl, dreymahl u. ſ. größern Weg zurückleget, als der andere. Man kann alſo nicht ſagen, wie groß eine Geſchwindigkeit an ſich, ſondern nur wie vielmahl ſie größer oder kleiner, als eine andere ſey. Um alſo die eine Geſchwindigkeit mit der andern zu vergleichen, muß man die eine als eine Einheit annehmen, und alsdann unterſuchen, wie vielmahl eine andere größer oder kleiner als die zur Einheit angenommene Geſchwindigkeit ſey.

Wenn ein Körper in gleichen Zeiten gleiche Wege zurückleget, ſo heißt nicht allein ſeine Bewegung, ſondern auch ſeine Geſchwindigkeit **gleichförmig**; im entgegengeſetzten Falle aber ungleichförmig. Eigentlich aber kommen der Geſchwindigkeit dieſe Benennungen nicht zu. Denn eine jede Geſchwindigkeit iſt gleichförmig; und wenn von einer ungleichförmigen Bewegung die Rede iſt, ſo iſt deßwegen die Geſchwindigkeit nicht ungleichförmig, ſondern ſie iſt in jeder Stelle des Weges eine andere Geſchwindigkeit. Redet man daher auch oftmahls von einer ungleichförmigen Geſchwindigkeit, ſo iſt dieſe doch nicht eine einzige, ſondern eine Reihe verſchiedener Geſchwindigkeiten.

Es verhalten ſich alſo die Geſchwindigkeiten eben ſo wie die gleichförmigen Bewegungen bewegter Körper. M. ſ. **Bewegung**.

Bey

Bey veränderten Bewegungen ſind die Geſchwindigkeiten an jeder Stelle des Weges verſchieden. Wenn ſie wachſen, ſo wird die Bewegung beſchleunigt, und wenn ſie abnehmen, ſo wird die Bewegung verzögert. Auch ſagt man wohl bisweilen, die Geſchwindigkeit werde beſchleunigt oder verzögert; eigentlich gelten aber dieſe Ausdrücke nur von Bewegungen. Nimmt die Geſchwindigkeit in jedem folgenden gleichen Zeittheilchen gleichviel zu oder gleichviel ab, ſo heißt die Bewegung gleichförmig beſchleunigt oder gleichförmig verzögert; im Gegentheil ungleichförmig beſchleunigt oder ungleichförmig verzögert. M. ſ. **Beſchleunigung.**

Bey der gleichförmig beſchleunigten Bewegung, mithin auch beym freyen Falle der Körper, verhalten ſich die Geſchwindigkeiten wie die Zeiten vom Anfange der Bewegung an gerechnet, und die Quadrate der Geſchwindigkeiten wie die zurückgelegten Wege. Setzt man den mit gleichförmig beſchleunigter Bewegung in einer Zeitſekunde durchlaufenen Raum $= g$, und die nach der Zeit t erlangte Geſchwindigkeit $= c$, ſo hat man $c = 2gt$ und $c^2 = 4g^2t^2 = 4g\mathfrak{s}$, wenn $\mathfrak{s}$ den Weg ausdrückt, den er in der Zeit t zurückleget. Auch iſt die Geſchwindigkeit in jeder Stelle ſo groß, daß der Körper in der Zeit t einen doppelt ſo großen Weg würde haben können zurücklegen, als er wirklich durchlaufen iſt. M. ſ. **Bewegung** (Th. I. S. 346).

Bey der gleichförmig verzögerten Bewegung, wo die anfängliche Geſchwindigkeit $= c$ iſt, wird der Körper nach Verlauf der Zeit t noch die Geſchwindigkeit $v = c - 2gt$ beſitzen, und ihre Verzögerungen verhalten ſich wie die Zeit.

Was die ungleichförmig beſchleunigten oder verzögerten Bewegungen betrifft, ſo kömmt es hierbey ganz allein auf das Geſetz an, nach welchem die beſchleunigende oder verzögernde Kraft zu- oder abnimmt, folglich läßt ſich dabey nichts Allgemeines feſtſetzen. Bey den Centralbewegungen hingegen verhalten ſich die Geſchwindigkeiten verkehrt, wie die Perpendikel aus dem Mittelpunkte der Kräfte auf die

Tangen-

Tangenten der Curve an den gehörigen Stellen des Weges. M. ſ. **Centralbewegung.**

Bey der zuſammengeſetzten Bewegung können drey Fälle unterſchieden werden: 1) wo zwey an einem Punkte verbundene Bewegungen in einerley Richtung eine daraus zuſammengeſetzte Bewegung ausmachen, 2) wo zwey an einem Punkte verbundene Bewegungen in entgegengeſetzter Richtung eine zuſammengeſetzte Bewegung geben, und 3) wo zwey Bewegungen eines Punktes in verſchiedenen Linien, welche einen Winkel einſchließen, eine zuſammengeſetzte Bewegung ausmachen. Im erſten Falle iſt die Geſchwindigkeit der zuſammengeſetzten Bewegung gleich der Summe der Geſchwindigkeiten der einfachen Bewegungen; im zweyten Falle die Geſchwindigkeit ſo groß als der Unterſchied der Geſchwindigkeiten beyder einfachen Bewegungen; im dritten Falle endlich iſt die Geſchwindigkeit der zuſammengeſetzten Bewegung kleiner als die Summe der Geſchwindigkeiten beyder einfachen Bewegungen. M. ſ. **Bewegung.**

Geſetze der Natur ſ. **Naturgeſetze.**

Geſetze der Bewegung ſ. **Bewegung.**

Geſetze der Brechung ſ. **Brechung des Lichtes.**

Geſetze der Centralbewegungen ſ. **Centralbewegung.**

Geſetze des Drucks flüſſiger Maſſen ſ. **Druck.**

Geſetze der Elektricität ſ. **Elektricität.**

Geſetze der Erſcheinungen bey den galvaniſchen Verſuchen ſ. **Elektricität, thieriſche.**

Geſetze der Erhaltung lebendiger Kräfte ſ. **Kraft, lebendige.**

Geſetze, galileiſche, des Falls der Körper ſ. **Fall der Körper.**

Geſetze der Federkraft feſter Körper ſ. **Elaſticität.**

Geſetze des Gleichgewichtes der Kräfte ſ. **Gleichgewicht.**

Geſetz des Gleichgewichtes am Hebel ſ. **Hebel.**

Geſetz des Gleichgewichtes flüſſiger Materien ſ. Röhren, communicirende.

Geſetz des Gleichgewichtes flüſſiger Körper mit feſten ſ. Gleichgewicht, Schwimmen.

Geſetze, kepleriſche, der Bewegungen himmliſcher Körper ſ. Kepleriſche Regeln.

Geſetze des Magnets ſ. Magnet.

Geſetz, mariottiſches, der Zuſammendrückung der Luft ſ. Luft.

Geſetz, newtoniſches, der Gravitation ſ. Gravitation.

Geſetze der Pendel ſ. Pendel.

Geſetze des Stoßes ſ. Stoß.

Geſetz der Stetigkeit ſ. Stetigkeit.

Geſetz der kleinſten Wirkung ſ. Wirkung.

Geſetze der Bindung und Entbindung des Wärmeſtoffs ſ. Wärme.

Geſetz, mayeriſches, der Leitungskräfte für die Wärme ſ. Wärme.

Geſetz der Trägheit ſ. Trägheit.

Geſetz der Zurückwerfung ſ. Zurückwerfung.

Geſicht (viſus, viſio, vue) iſt der Sinn, durch welchen wir die Gegenſtände vermittelſt des Lichtes wahrnehmen. Das Werkzeug des Sehens, worauf das Licht wirket, iſt das Auge, wovon bereits das Nöthigſte unter dem Artikel **Auge** iſt geſagt worden. Von den Empfindungen, welche wir durch die Wirkung des Lichtes erhalten, und von den Urtheilen darüber, ſoll unter dem Artikel **Sehen** geredet werden. Ueberhaupt wird man das Nöthigſte von allen den Gegenſtänden, welche den Sinn des Geſichtes betreffen, außer den angeführten noch unter folgenden Artikeln: **Bild, Entfernung, ſcheinbare, Geſichtsbetrüge, Geſichtsfehler, Größe, ſcheinbare,** finden.

Geſichtsaxe ſ. Axe.

Geſichtsbetrüge, optiſche Täuſchungen (fallaciae opticae, fallaciae viſus, illuſions optiques) nennt

man falſche Urtheile, welche wir über die Geſtalt, Lage, Größe und überhaupt über den Zuſtand geſehener Gegenſtände fällen. Von Jugend auf vergleichen wir die Empfindung des Sehens mit der des Gefühls, und erlangen dadurch eine Fertigkeit, die Lage, Geſtalt, Größe, Entfernung, den Ort u. ſ. f. der geſehenen Gegenſtände zu beurtheilen. In den gewöhnlichen Fällen täuſcht uns die Anwendung dieſer Fertigkeit faſt nie; uns unbewußt aber wenden wir ſie mit einer großen Schnelligkeit auf alle Fälle an, mithin auch auf ſolche, bey welchen gewiſſe Ausnahmen von den gewöhnlichen Regeln Statt haben. Bey dieſen letztern iſt folglich unſer Urtheil nothwendig falſch; weil wir uns aber dieſes Urtheils nicht deutlich bewußt ſind, ſo glauben wir recht geſehen zu haben, bis wir aus andern Gründen von dieſem Irrthume überführet werden; alsdann halten wir unſer Auge für getäuſcht. Dieſen Täuſchungen hat man daher den Nahmen der Geſichtsbetrüge gegeben, obgleich nicht die Schuld an der Wirkung des Lichtes und an unſerem Auge, ſondern vielmehr an dem Urtheile, welches wir über die geſehenen Sachen fällen, liegt. Denn vermöge der Geſetze des Lichtes und der Einrichtung unſerer Augen ſehen wir allezeit richtig.

Dergleichen Fälle, wo unſer Urtheil über geſehene Gegenſtände getäuſcht wird, kommen bey Betrachtung irdiſcher Gegenſtände und bey Betrachtung des Himmels und der Geſtirne vor.

Es iſt eine bekannte Erfahrung, daß uns entfernte Gegenſtände viel kleiner als in der Nähe erſcheinen. Haben wir jedoch dergleichen Gegenſtände ſehr oft in der Nähe und in der Entfernung betrachtet, ſo ändern ſich die Vorſtellungen von der Größe dieſer Dinge verſchiedentlich ab. Es miſchen ſich alsdann verſchiedene andere Umſtände von der wahren Größe, Entfernung u. ſ. f. mit ein, wodurch unſer Urtheil abgeändert wird. Hat man eine gewiſſe Sache, z. B. ein Trinkglas, Bouteille, Tintenfaß u. d. g. lange Zeit gebrauchet, und nimmt nachher ein größeres Stück dieſer

Art,

Art, ſo wird es Anfangs ſehr groß, hernach allmälig kleiner ſcheinen. Kindern ſcheinen entfernte Sachen kleiner zu ſeyn, als Erwachſenen. D. **Jurin** [a]) ſagt: man laſſe einen Knaben, welcher nie auf einem hohen Gebäude geweſen iſt, die Spitze des Monuments in London beſteigen, ſo werden ihm Menſchen und Pferde auf der Gaſſe ſo klein vorkommen, daß er ſich höchlich darüber wundern wird; aber nach 10 oder 20 Jahren, wenn er in der Zeit mannigmahl von ſo großen Höhen herunter zu ſehen ſich gewöhnet hat, werden ihm dieſelben Gegenſtände nicht mehr ſo klein ausſehen. Und wenn er ſie von ſolchen Höhen ſo oft ſähe, als er ſie mit ſich auf derſelben Ebene, auf den Gaſſen ſieht, ſo würden ſie ihm oben von der Spitze des Monuments herab nicht kleiner vorkommen, als wenn er ſie aus einem Fenſter im erſten Stock betrachtet. Ueberhaupt ſcheinen uns Dinge, welche wir von unten in der Höhe, oder umgekehrt von der Höhe in der Tiefe ſehen, ſehr klein. Es iſt dieß nämlich eine für uns ungewöhnliche Art zu ſehen, indem wir die Dinge nach denjenigen Regeln ſchätzen, an welche wir uns beym Sehen in horizontaler Richtung gewöhnet haben. Nach dieſen halten wir die hoch oder niedrig ſtehenden Dinge für näher als ſie wirklich ſind, und legen ihnen daher eine geringere Größe bey. **M. ſ. Größe, ſcheinbare.**

Bouguer [β]) bemerket, daß die Vorſtellung von ſehr großen Entfernungen faſt nicht anders iſt, als von ſolchen, welche ungleich viel kleiner ſind. Daher halten wir ſehr große Entfernungen beſtändig viel kleiner, als ſie wirklich ſind, weil uns in der Entfernung die Data fehlen, welche uns auf das Urtheil von einer größern Entfernung führen könnten. Dieſerwegen ſcheint ſich eine Ebene, auf welcher wir uns befinden, ſich immer mehr zu heben, je weiter ſie vom Auge entfernet iſt, und eine lange Allee ſcheinet ſich zuſammenzuziehen, wenn man ſich in der Mitte des Einganges befindet, weil wir die entferntern Theile für näher halten, und uns

 alſo

[a]) Prieſtley Geſchichte der Optik durch Klügel. S. 497.
[β]) Mémoir. de Paris 1755. p. 156 ſqq.

alſo die Erhebung oder das Zuſammenziehen ſtärker vorkömmt, als es bey der geglaubten Nähe nach den gewöhnlichen Regeln ſeyn ſollte. Eben darum ſcheinen auch ſehr hohe Gebäude dem nahe ſtehenden Beobachter überzuhängen, und ſteile Flächen von unten hinauf betrachtet noch ſteiler, als ſie wirklich ſind, zu ſeyn, da uns im Gegentheil von oben herab ein jäher Abhang weniger jäh vorkömmt.

Wenn man durch Fernröhre oder durch zuſammengeſetzte Mikroſkope Gegenſtände von hervorragenden und vertieften Theilen betrachtet, ſo glaubt man ſehr oft das Hervorragende vertieft und das Vertiefte hervorragend zu ſehen. Schon Joblot α) hat dieſe Erſcheinung umſtändlich beſchrieben, und gefunden, daß bey fortgeſetzter Beobachtung die Erhabenheiten in Vertiefungen, und dieſe in jene ſich wechſelsweiſe verwandelt haben. Hiervon hat auch P. F. Gmelin β) Nachricht gegeben. Dieſer fand nach vielen Verſuchen folgende Erſcheinungen als unveränderlich. So oft er eine Sache, welche ſich von einer Fläche erhob, durch das Seherohr ſo betrachtete, daß ſein Auge nebſt der Axe des Rohres gerade darauf gerichtet waren, ſo erſchienen die erhabenen Theile vertiefet, und die vertieften erhaben. So verhielt es ſich, wenn er ein Siegel betrachtete, und er dabey das Rohr ſenkrecht hielt, auch das Siegel ſo ſtellete, daß es mit ſeiner Fläche das letzte Glas des Fernrohrs ganz einnahm. So oft er aber andere ſenkrecht herabhängende Gegenſtände ſo betrachtete, daß das Seherohr horizontal und ſenkrecht darauf gerichtet war, ſo ereignete ſich dieſes eben nicht immer, und die Geſtalt der Sache änderte ſich nicht, wenn ſie ſchief, ja horizontal gehalten ward. Zuletzt aber entdeckte er ein Mittel, die Sache immer mit der natürlichen Lage ihrer Theile erſcheinen zu machen, dieſes nämlich, daß er ſeinen Blick nicht gleich auf den Mittelpunkt der Vertiefung, ſondern zuerſt auf ihren Rand richtete, und darauf nach und nach das Ganze überſah. Dieſe Erſcheinung hat

α) Deſcription de pluſieurs nouveaux microſcopes. 1712.

β) Philoſ. transact. 1747.

hat ihren Grund darin, daß man das Licht von der unrechten Seite herkommen läßt. Denn unſer Urtheil vom Erhabenen und Vertieften beruht urſprünglich auf der Wahrnehmung des Schattens und des Lichtes; der Schatten auf der Lichtſeite deutet Vertiefung, und der auf der Schattenſeite Erhöhung an. Wenn die Sache durch das Werkzeug verkehret wird, und man vergißt die Seite, von welcher das Licht kömmt, zugleich mit zu verwechſeln, ſo muß natürlich die Verwandlung des Erhabenen und Vertieften in einander erfolgen. Von dieſer verkehrten Darſtellung der Werkzeuge leitet ebenfalls **Rittenhouſe** [α]) dieſe Erſcheinung her, wovon er eine eigene Abhandlung geliefert hat. Er hält dafür, daß man dieſe Täuſchung vermeiden könne, wenn man die Sache durch reflektirtes, mithin ebenfalls umgekehrtes Licht erleuchte. Allein ohne Zweifel kömmt es bey der Vorſtellung vom Vertieften und Erhabenen auf die Seite an, von welcher man ſich das einfallende Licht vorſtellet.

Es iſt eine hinlänglich bekannte Sache, daß wir über Bewegungen der Körper aus ihrer ſcheinbaren Bewegung ein ganz unrichtiges Urtheil fällen; oft halten wir bewegte Körper für ruhend, ruhende für bewegt, vorwärtsgehende für zurückgehende u. ſ. f. D. **Porterfield** [β]) hat alles, was bey der ſcheinbaren Bewegung in Betrachtung gezogen werden kann, in eilf Sätze zuſammengebracht, welche man bey **Prieſtley** [γ]) findet. So wird z. B. ein ſehr geſchwind bewegter Körper nicht geſehen, wenn er nicht ſehr helle iſt. Eine Kanonenkugel ſieht man nicht, wenn man ihre Bahn zur Seite hat; ſieht man ihr aber in ihrem Fluge hinten nach, ſo wird ſie ſichtbar, weil alsdann ihr Bild lange auf derſelben Stelle der Netzhaut bleibt, und folglich einen lebhaften Eindruck macht. Auch wenn ſich das Auge gerade fortbeweget, und man ſich der Bewegung bewußt iſt, ſo

α) Transact. of the American philoſ. ſociety, held at Philadelphia T. II. 1786. 4.

β) On the eye Vol. II. p. 122.

γ) Geſchichte der Optik, durch Klügel. S. 501.

werden entfernte Körper ſich nach eben der Richtung mit derſelben Geſchwindigkeit zu bewegen ſcheinen. So ſcheint jemanden, der nach Oſten hinläuft, der Mond zur Rechten eben dahin mit gleicher Geſchwindigkeit fortzurücken, da wegen der Entfernung des Mondes ſein Bild immer auf derſelben Stelle der Netzhaut bleibt, weßwegen wir uns einbilden, der Mond gehe mit fort. Wenn das Auge ſich ſehr geſchwind fortbeweget, ſo werden zur Seite liegende, unbewegte Gegenſtände den entgegengeſetzten Weg zu nehmen ſcheinen. So ſcheinen jemanden, welcher geſchwind durch einen Wald fähret oder reitet, die Bäume ſich rückwärts zu bewegen, ſo wie das Ufer jemanden, der im Schiffe ſitzet u. ſ. f. Ferner kann eine Bewegung in einer beträchtlichen Entfernung betrachtet, nach der entgegengeſetzten Richtung ſich zu bewegen ſcheinen, als z. B. wenn wir das nähere Ende eines Windflügels für das entferntere halten. Daher kömmt es auch, daß wir bisweilen ungewiß ſind, nach welcher Gegend ſich ein Kronleuchter drehe, wenn man die nähere Seite für die entferntere nimmt.

Wenn ſehr helle Gegenſtände ſich geſchwind fortbewegen, ſo dauern die Eindrücke auf die Netzhaut noch eine kleine Zeit fort, wenn ſie gleich ſchon ihre Stelle verlaſſen haben. So ſcheint der elektriſche Funke bey der Schlagweite als ein Lichtcylinder in den leitenden Körper überzugehen, und eine glühende Kohle, welche geſchwind genug im Kreiſe herum geſchwungen wird, verurſachet das Anſehen eines Feuerrades. **Von Segner** [α]) und **d'Arcy** [β]) haben hierüber Verſuche angeſtellet. Erſterer ſchloß aus der Geſchwindigkeit, womit die Kohle geſchwungen werden mußte, wenn der Kreis ununterbrochen erſcheinen ſollte, daß die Eindrücke des Lichtes eine halbe Sekunde dauern; **d'Arcy** hingegen ſetzt dieſe Zeit auf $2\frac{1}{2}$ Sekunden. Eben ſo ſcheinet eine in die Höhe ſteigende Raquete einen langen Feuerſtrahl hinter ſich zurück zu laſſen u. ſ. f.

Wenn

α) De raritate luminis. Götting. 1740.

β) Mém. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1765. p. 450.

Wenn man eine zum Theil mit Waſſer gefüllte Bouteille vor einen Hohlſpiegel ſo hält, daß er ein verkehrtes Bild von jener zu Wege bringt, ſo ſcheint in dem Bilde derjenige Theil leer, welcher in der Bouteille mit Waſſer gefüllt iſt, und derjenige mit Waſſer gefüllt, der in jener leer iſt. Der P. **Abat** *) erkläret dieſe Erſcheinung daraus, weil wir gewohnt ſind, Waſſer in einem Gefäße frey ſchwebend zu ſehen, mithin wären wir gezwungen, da ohnedem die Farbe der Luft und des Waſſers wenig von einander verſchieden wäre, das Waſſer in dem Bilde zu unterſt zu ſetzen, wenn wir auch wüßten, daß es zu oberſt ſeine Stelle hätte. Herr **Klügel** ſucht aber dieſe Erſcheinung natürlicher daher zu erklären: der leere Theil der Bouteille werfe nicht gleichviel Licht auf den Spiegel, daher erſcheinen die beyden Theile des Bildes ungleich helle, und nun hielten wir den untern Theil des Bildes für den Theil, welcher mit Waſſer gefüllet ſey, ſo wie wir allemahl, wenn wir ein gläſernes, zum Theil gefülltes Gefäß vor uns ſehen, den vollen Theil zu unterſt ſetzen würden, er möge uns heller oder dunkler als der leere Theil ausſehen. Wenn man die Bouteille umkehret, und das Waſſer auslaufen läßt, ſo ſcheinet ſich ihr Bild zu füllen, den Augenblick aber, da ſie ausgeleeret iſt, ſieht ihr Bild leer vom Waſſer aus.

Wenn man in ein Kartenblatt zwey oder mehrere Löcher ſticht, welche nicht weiter von einander entfernet ſind, als die Oeffnung des Augenſternes breit iſt, dieſes Blatt vors Auge hält, und durch die gemachten Löcher nach einem hellen Gegenſtande, wie z. B. nach einer Lichtflamme, in einiger Entfernung ſiehet, ſo erblicket man gemeiniglich ſo viele Lichtflammen, als Löcher ſind; es kann aber auch das Auge eine ſolche Lage haben, daß es nur eine einzige Lichtflamme gewahr wird. Hiermit hat es folgende Bewandniß: befindet ſich das Auge in einer ſolchen Entfernung, daß es den Gegenſtand ohne alle Anſtrengung deutlich ſiehet, ſo vereinigen ſich die zuſammengehörigen Lichtſtrahlen in einen einzigen

 Punkt

*) Amuſemens philoſoph. p. 242 ſqq.

Punkt der Netzhaut, und man ſieht nur den Gegenſtand einfach, aber dunkeler, weil einige Lichtſtrahlen von verſchiedenen Theilen des Kartenblattes aufgefangen werden. Wenn aber der leuchtende Gegenſtand näher gerückt wird, ſo vereinigen ſich die von einem Punkte kommenden Lichtſtrahlen erſt hinter der Netzhaut, und ſie fallen auf dieſe in verſchiedene Stellen, folglich entſtehen ſo viele Bilder als Löcher ſind gemacht worden. Eben dieſer Erfolg wird zeigen, wenn der Gegenſtand zu weit entfernet iſt; denn in dieſem Falle vereinigen ſich die zu einem Punkte gehörigen Strahlen ſchon vor der Netzhaut, durchkreuzen ſich daſelbſt, und fallen ſo abermahls in verſchiedenen Stellen auf die Netzhaut, wo alſo ebenfalls ſo viele Bilder zu Stande gebracht werden, als Löcher in dem Kartenblatte ſind gemacht worden. Wird ein Loch verdeckt, z. B. das äußerſte zur Rechten, ſo wird, wenn der Gegenſtand zu nahe ſteht, das äußerſte Bild zur Linken verſchwinden; iſt aber der Gegenſtand zu weit entfernet, ſo verſchwindet das letzte Bild zur Rechten. Dieſe Erſcheinungen hatte ſchon der P. Scheiner bemerket. De la Motte [α]) und Muſſchenbroek [β]) haben ſie umſtändlich erkläret, und durch Abbildungen erläutert.

Einen beſondern Geſichtsbetrug führet le Cat [γ]) an, wo eine Sache auf der andern Seite eines Bretes, als wo ſie wirklich iſt, und dabey ſo wohl vergrößert als verkehrt zu ſeyn ſcheinet. Es ſey nämlich (fig. 83.) d das Auge, und c b ein großes ſchwarzes Bret mit einem kleinen Loche in der Mitte. e iſt ein großes weißes Bret, welches ſtark erleuchtet iſt; und d eine Stecknadel, welche zwiſchen dem Auge und dem ſchwarzen Brete ſich befindet. Unter dieſen Umſtänden wird man die Nadel jenſeit des Bretes in f ſetzen, und ſie für umgekehrt und vergrößert halten. Die Erklärung iſt dieſe. Die Stecknadel ſelbſt wird vom Auge nicht geſehen, weil ſie dieſem viel zu nahe liegt; durchs Loch betrachtet

α) Verſuche u. Abhandlungen der Geſellſch. in Danzig. B. II. S. 290.
β) Introductio in philoſoph. natural. Vol. II. §. 1905.
γ) Traité des ſens p. 298.

betrachtet es aber den hellen Theil gh, jedoch ſo, daß der Knopf der Nadel d die Strahlen aufhält, welche vom untern Theile h herkommen. Es fehlen daher Theile der Helligkeit, und es fällt der dadurch entſtandene Schatten auf die Netzhaut in k. Eben ſo fangen die übrigen Theile der Nadel Strahlen auf, und verurſachen einen Schatten, der ebenfalls auf die Netzhaut fällt. Das Schattenbild der Nadel liegt alſo vergrößert auf der Netzhaut des Auges, welches folglich eben die Empfindung haben muß, als wenn es die Stecknadel vor der ſchwarzen Täfel in f vergrößert, aber umgekehrt wahrnähme. Der Engländer **Gray** führet dieſen Geſichtsbetrug in den philoſoph. Transact. an, erkläret ihn aber irrig daraus, daß die Luft im Loche des Bretes einen Hohlſpiegel bilde.

Noch eine andere merkwürdige Erſcheinung, welche **Melville** *) ſehr umſtändlich erkläret hat, iſt dieſe; man halte einen undurchſichtigen Körper 3 bis 4 Zoll vom Auge, ſo daß man einen Theil eines entfernten hellen Gegenſtandes, als eines Fenſters, oder einer Lichtflamme, durch Strahlen ſieht, welche nahe bey dem Rande jenes Körpers vorbeyfahren, und führe nun von der andern Seite, näher bey dem Auge einen andern Körper auf jenen zu, ſo wird der Rand des erſtern ſich ausdehnen und dem andern entgegen zu kommen ſcheinen, und dabey wird ein Theil des hellen Körpers, den man vorher ſahe, dem Auge entzogen werden. Nach **Melville** entſtehet dieſe Erſcheinung aus den Halbſchatten, welche die Ränder naher Körper wegen der Weite des Augenſternes auf die Netzhaut werfen, oder daraus, daß gewiſſe helle Theile dem ganzen Augenſterne, nebenliegende aber nur der Hälfte deſſelben u. ſ. w. verdeckt werden. Der Halbſchatten des entfernten Körpers iſt ſchmäler und dunkler; wenn nun beyde Halbſchatten zuſammen kommen, ſo werden dem Augenſterne helle Stellen ganz verdeckt, und es ſcheinen ſich daher beyde Körper aus-

 zudehnen,

*) Edinb. eſſays Vol. II. p. 55. Prieſtley Geſchichte der Optik durch Klügel S. 515.

zudehnen, nur iſt dieß bey dem entferntern wegen ſeines ſchwärzern Halbſchattens ungleich merklicher.

Auch die Erſcheinungen der zufälligen Farben kann man unter die Geſichtsbetrüge rechnen. M. ſ. **Farben, zufällige.** Selbſt die Beugung des Lichtes verurſachet einige Geſichtsbetrüge, z. B. daß ſich entfernte Gegenſtände, als Berge, Thürme hin und her zu bewegen ſcheinen, wenn man vor dem Auge einen dünnen Draht herumführet u. ſ. f. welches von **le Cat** α) erkläret wird.

Beſonders merkwürdig ſind die Erſcheinungen von der Brechung und Zurückwerfung der Strahlen, welche optiſche Täuſchungen veranlaſſen, von welchen **Buſch** β) und **Gruber** γ) handeln. Man bemerkt nämlich in großen, weit ausgebreiteten Ebenen einen Theil der Atmoſphäre gegen den Horizont ſo verdichtet, daß man dadurch gar nichts erkennen kann, die hohen Gegenſtände aber ragen darüber hervor; es ſcheinet alſo, als ob in der Ferne ein großer Teich oder ein großer See ſich befände, und die Gegenſtände am Horizonte jenſeit dieſes Waſſers lägen. Das Wunderbarſte dabey iſt aber noch, daß die Bilder der Gegenſtände, z. B. entfernter Berge, Städte u. ſ. ſich in dieſem ſcheinbaren See ſpiegeln, und darin umgekehrt erſcheinen, wie die Bäume am Ufer eines Teiches. Dieſe Erſcheinung wird vom Herrn **Buſch** aus der Strahlenbrechung am Horizonte und aus der Reflexion des Lichtes, wenn es auf glatte Flächen unter einem ſehr kleinen Winkel auffällt, erkläret. Auch **Gruber** ſtimmt in der Hauptſache mit **Buſch** überein; er ſucht aber beſonders noch darzuthun, daß die Erwärmung der Luft am Horizonte die Haupturſache der ganzen Erſcheinung ſey. Dieſe Erſcheinung nahm er ſogar an einer heißen Stange in ſeinem Zimmer gewahr; wenn er längs der Oberfläche derſelben das Auge auf ein weißes Papier

α) Traité des ſens. p. 299.

β) Tractatus duo optici argumenti. Hamburg 1783. 8.

γ) Phyſiſche Abhandlung über die Strahlenbrechung und Abprallung auf erwärmte Flächen. Dresd. 1787. 4.

pier an der Wand richtete. Herr **Käſtner** [α]) bemerket, daß die Erſcheinung noch nicht vollkommen erkläret ſey, es komme aber dabey wohl auf Refraktionen und Reflexionen an. Eine Aehnlichkeit mit dieſer Erſcheinung habe die längſt bemerkte Fata Morgana bey Reggio in der ſicilianiſchen Meerenge, wo man über der Küſte verſchiedene Geſtalten in der Luft ſieht, deren **Kircher** [β]) und aus ihm Schott [γ]), **Pilati** [δ]) und **Brydone** [ε]) Erwähnung thun. Dergleichen Luftbilder wurden auch von **Seſtini** [ζ]) auf dem Aetna wahrgenommen.

Das Phänomen, welches Herr **Buſch** angeführet hat, wird oft auch an den ſchwediſchen Küſten wahrgenommen, und iſt daſelbſt unter eigenen Nahmen bekannt, welche Erhebung und Seegeſicht bedeuten [η]). Etwas Aehnliches hat **Andrew Ellicott** [ϑ]) am 13ten Octob. 1787. Nachmittags um 3 Uhr am Errie See in Nordamerika beobachtet. Eine entfernte Halbinſel ſchien über dem Horizont merklich erhaben, und ward öfters doppelt geſehen, mit einer Erſcheinung wie Waſſer dazwiſchen. Beyde Bilder ſchienen ſich bald abzuſondern, bald wieder zuſammenzufallen. Dieſe Erſcheinung vergleicht **Ellicott** mit den Erſcheinungen des ſogenannten Doppelſpathes, und führet an, ſie werde dort von den Seeleuten Looming genannt. Herr **Röding** [ι]) führet in dem Artikel **Harige** an, daß **harige Luft** eine Erſcheinung bedeute, bey welcher das Land in der Luft läge, und ein Theil des Himmels zwiſchen Land und Horizont; gemeiniglich folge darauf Wind. In einer Beſchreibung und

[α]) Anfangsgründe der Dioptrik. 4te Auflage 1792. §. 114. VII.
[β]) Ars magna lucis et vmbrae L. X. P. II. c. 1.
[γ]) Magia optica lib. IV. im Anfange.
[δ]) Voyage en differ. pais de l' Europe. à la Haye 1777. p. 220.
[ε]) Reiſen d. Sicilien u. Maltha. a. d. Engl. Lpz. 1774. I. Th. 4. Brief.
[ζ]) Briefe aus Sicilien. Leipz 1781. 2 Bände S. 22.
[η]) Neue ſchwediſche Abhandlungen für 1788. S. 3.
[ϑ]) Transact. of the American ſociety held at Philadelphia. Vol. III. 1793. 4. art. 8.
[ι]) Allgemeines Wörterbuch der Marine. Dritte Lieferung. Hamburg 1794. 4.

und Abbildung dieſer Erſcheinung wird von **Dickenſon**[α]) gemeldet, daß die Seeleute hierbey das Wort haze (düſter, neblig) gebrauchten, obgleich bey dem dort abgebildeten Phänomen kein Nebel, ſondern die Luft vollkommen heiter geweſen ſey.

Nach Herrn **Hube**[β]) ſollen dieſe Erſcheinungen von der brennbaren Luft herrühren, welche ſeinem Syſteme gemäß in großer Menge in die Atmoſphäre aufſteiget, und Wolken und Regen veranlaſſet.

Andere dieſen ähnliche Phänomene werden von dem Herrn **Jetze**[γ]) angegeben.

Die meiſten und merkwürdigſten Geſichtsbetrüge fallen bey der Betrachtung des Himmels und der Geſtirne vor. Hierbey verlaſſen uns alle Mittel, das Geſehene mit dem Gefühle zu vergleichen. Daher iſt es uns auch unmöglich geweſen, bey dieſen Objekten beſondere Regeln ſich zu bilden; folglich ſind wir beſtändig der Gefahr ausgeſetzet zu irren, wenn wir dergleichen Gegenſtände nach dem Augenmaße beurtheilen. So halten wir die größten oder hellſten Sterne für näher als die kleinern, und undeutlich erſcheinenden, ob wir gleich nach optiſchen Gründen alle an der Fläche eines Kugelgewölbes gleichſam angeheftet uns vorſtellen. Kömmt z. B. Jupiter mit Mars nahe zuſammen, ſo werden wir erſtern ſeines größern Glanzes wegen für näher anſehen. Auch erblicken wir alle glänzende Körper mit bloßen Augen unter einem größern Sehewinkel, als andere gleich große Gegenſtände, indem dabey in unſern Augen um das wahre Bild deſſelben ein von ihrem lebhaften Glanz entſtehender Zerſtreuungskreis der Strahlen Statt findet, innerhalb welchen ſich noch ein matter Schein ausbreitet, und wodurch das Bild vergrößert wird. Daher ſieht man die Fixſterne und Planeten mit bloßen Augen größer als durch Fernröhre, und der volle Mond erſcheinet größer als ein jeder dunkler Körper

α) Gentleman's Magazine Jul. 1793.

β) Vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. II. B. 30ter Brief S. 232. u. f.

γ) Leipziger Magazin für Mathematik. I. St. 1786.

Körper unter einem gleich großen Sehewinkel. Wenn man auf den zu- oder abnehmenden ſichelförmig erleuchteten Mond Achtung gibt, ſo ſcheinet die helle Sichel einer größern Scheibe als dem zugleich ſichtbaren dunkeln Theil des Mondes zu zugehören, und eben ſo ſieht bey Mond- und Sonnenfinſterniſſen der noch helle Theil größer aus, als ſich durch wirkliche Ausmeſſungen findet. Ferner halten wir dafür, daß Fixſterne neben einander ſtehen, weil wir bey der Betrachtung nichts weiter wahrnehmen, woraus wir auf eine beträchtliche Entfernung derſelben von einander ſchließen könnten; wir ſind in der Vermuthung, daß ſich Sterne fortbewegen, weil ſie ihre Lagen gegen unſer Auge ändern, indem wir uns für ruhend halten; wir betrachten Mond und Sonne für platte Scheiben, weil wir keinen hervorſtehenden erhabenen Theil an ihnen bemerken. Ueberhaupt ſind am Himmel die optiſchen Täuſchungen unzählbar, und daher kömmt es, daß man die ſphäriſche Aſtronomie von der theoriſchen unterſcheiden muß.

M. ſ. **Prieſtley** Geſchichte der Optik durch **Klügel** an verſchied. Stellen.

Geſichtsfehler (vitia viſus, défauts de la vue) ſind widernatürliche Beſchaffenheiten des menſchlichen Auges.

Die vorzüglichſten von Lokalkrankheiten herrührenden Geſichtsfehler ſind dieſe:

Die Geſichtsverdunkelung, wobey die Netzhaut nichts leidet (caligo), wenn nämlich vor dieſer Haut ein dunkler Gegenſtand ſich befindet, welcher das von einem ſichtbaren Objekt herkommende Licht nicht hindurchläßt. Dieſer Fehler kann ſeinen Grund in der Verdunkelung der Kryſtalllinſe, in der Verſtopfung, Verwachſung oder Zuſammenziehung der Pupille, in einem Fehler der Augenlieder, in einer fleckigen Hornhaut, in einem Fehler oder gänzlichen Mangel der wäſſerigen oder in Verdunkelung der gläſernen Feuchtigkeit haben. Im erſten Falle heißt die Krankheit des Auges der **graue Staar** (cataracta, caligo lentis, gutta opaca). Der graue Staar kann

dadurch

dadurch geheilet werden, daß man die Kryſtalllinſe entweder niederdruckt oder herauszieht, indem alsdann an deſſen Stelle die gläſerne Feuchtigkeit tritt, durch welche nun die Strahlen hindurchgehen. Blindheit durch Verdunkelung der gläſernen Feuchtigkeit heißt der **grüne Staar** (glaucoma).

Die Geſichtsverdunkelung, ohne einen in die Augen fallenden Fehler des Auges wahrzunehmen, wobey die Pupille mehrentheils erweitert iſt, und die Kraft ſich zuſammenzuziehen gänzlich verloren hat, nennt man den **ſchwarzen Staar** (amauroſis, gutta ſerena). Dieſer Fehler kann durch einen mechaniſchen Druck auf den Sehenerven oder aus irgend einer andern Urſache entſprungen seyn, ſo daß der Sehenerve gänzlich gelähmet iſt, und daher den durch die auf die Netzhaut auffallenden Strahlen gemachten Eindruck nicht bis zum Gehirn fortpflanzen kann. Daher auch die Kur des ſchwarzen Staars ſo ſchwer, ja oft unmöglich iſt, und immer nur den Gebrauch innerlicher und äußerlicher Mittel erfordert, nie aber eine Operation am Auge.

Geſichtsſchwächen (dyſopiae), wenn nämlich das Auge nur bey einer gewiſſen Stärke des Lichts oder in einer gewiſſen Entfernung und Lage deutlich ſiehet. Hierher gehören das Tag und Nachtſehen, die Kurzſichtigkeit und Weitſichtigkeit, das Schiefſehen und Schielen.

Das **Tagſehen** (hemeralopia, viſus diurnus *Boerhaave*) iſt derjenige Geſichtsfehler, da das Auge nur beym ſtärkſten Sonnenlichte deutlich ſehen, in der Dämmerung aber gar nichts unterſcheiden kann. **Sauvages** [α]) führet an, daß dieſe Krankheit um Montpellier epidemiſch geweſen ſey, und ſucht den Grund davon in der Erſchlaffung des Geſichtes durch die feuchte und neblige Herbſtluft. Einen ähnlichen Fall gibt auch **Nicolai** [β]) an. Iſt dieſer Geſichtsfehler angeboren, ſo ſcheint er ſeinen Grund in der

α) Noſologia methodica. Amſt. 1768. 4. maj. Tom. I. p. 732.
β) Abhandlung von den Fehlern des Geſichts. Berlin 1754. 8. S. 156.

der allzugeringen Empfindlichkeit der Netzhaut zu haben. Dieſe Beſchaffenheit haben von Natur die Augen der Hühner.

Das **Nachtſehen** (Nyctalopia, viſus nocturnus, vue de chat, de hibou etc.) iſt der Geſichtsfehler, da das Auge nur des Nachts deutlich ſiehet, am Tageslichte aber nichts deutlich unterſcheiden kann. Dieſer Fehler kann entſtehen durch eine allzugroße Empfindlichkeit der Pupille und der Netzhaut, oft auch durch Entzündung und krampfhafte Zufälle der Augen oder durch Erweiterung der Pupille bey lange dauernder Dunkelheit. **Thümmig** [α]) führt ein Beyſpiel von einem Tonkünſtler an, welchen eine Saite ſo heftig ins Auge ſchlug, daß er dadurch eine Zeitlang am Tage gar nichts, des Nachts aber alles ſehen konnte. Auch erwähnt **Boerhaave** eines Engländers, welcher nach einem langen Aufenthalte in einem dunkeln Gefängniſſe einen Monath hindurch am Tage nichts habe deutlich ſehen können. Einige Thiere, als z. B. Katzen, Eulen, Fledermäuſe, haben von Natur ſolche empfindliche Augen, wobey zugleich die Pupille ſich ſtark erweitern kann, und die Aderhaut von einer lebhaft glänzenden, grünen oder röthlichen Farbe iſt. Selbſt unter den Menſchen haben viele dergleichen Augen, und es iſt dabey merkwürdig, daß ſie faſt immer eine weiße Haut und weiße Haare beſitzen. **Maupertuis** [β]) erzählet von den Bewohnern der Landenge Darien, daß ſie wegen dieſes Geſichtsfehlers ihre Arbeiten alle bey der Nachtzeit verrichten und am Tage ruhen. Beſonders höchſt empfindliche Augen beſitzen unter den Negern die ſo genannten **weißen Mohren** (leucaethiopes), **Blaffards** oder **Albinos**. **Maupertuis** gibt von einem Nachricht, welcher 1744 nach Paris gebracht ward, der eine weiße Haut mit hellblauen, ſehr empfindlichen Augen hatte. Er hält dieß für eine Krankheit der Haut und der Augen. Mit dieſer Krankheit Behaftete

α) Verſuch einer gründlichen Erläuterung der merkwürdigſten Begebenheiten in der Natur. Halle 8. S. 254.

β) Venus phyſique, oeuvres de Maupertuis. Lion 1768. 8. Tom. II. p. 100 ſq.

haftete trifft man ganze ſich fortpflanzende Geſchlechter in Java, Panama und Guinea an. Auch befinden ſich ſelbſt unſer den Europäern einzelne Albinos. Die Herrn **Blumenbach**, **Storr** und **de Sauſſüre** haben deren zwey in Chamouny, **Buzzi** α) viere in Mayland, und der Graf **Razumowsky** β) einen in Grotzingen geſehen. Herr **Blumenbach** γ) leitet die ſo große Empfindlichkeit der Augen bey den Albinos, an denen man eine Röthe des Sternes und der inneren Theile des Auges antrifft, von dem Mangel des braunen oder ſchwärzlichen Schleims her, der ſonſt das innere Auge von der fünften Woche nach der Empfängniß an bekleidet. Die Verbindung der Röthe der Augen und der Weiße der Haut und der Haare erkläret er aus der Aehnlichkeit des Gewebes, woraus ſich der ſchwarze Schleim, das malpighiſche Netz und die Haare bilden. Schon **Simon Porcius** δ) hat bemerkt, daß blaue Augen von dieſem Schleime weniger haben, und folglich empfindlicher gegen das Licht ſind, als ſchwarze. Bey der Zergliederung eines menſchlichen Körpers fand es **Buzzi** beſtätiget, daß bey einer weißen Aderhaut mit roſenrothem Sterne nicht allein der ſchwarze Schleim, ſondern auch das ſchleimige Weſen an der Haut des übrigen Körpers fehlte, und die Haare außerordentlich weiß waren. In Mayland ſahe er noch drey Albinos, Söhne einer Mutter, welche während der Schwangerſchaft mit dieſen eine außerordentliche Begierde nach Milch empfunden hatte.

Die gewöhnlichſten Geſichtsfehler ſind die **Kurzſichtigkeit** (myopia) und die **Weitſichtigkeit** (presbyopia), von welchen bereits unter dem Artikel **Auge** hinlänglich iſt geredet worden. Beſonders iſt dabey noch zu bemerken, daß ſehr oft bloß das eine Auge von einem dieſer Fehler behaftet iſt,

α) Opuſcoli ſcelti di Milano 1784. T. VII. p. 11.
β) Crells chymiſche Annalen 1787. I. St. S. 149.
γ) De oculis Leucaethiopum et iridis motu; in comm. Goett. T. VII. ad ann. 1784. et 1785. p. 29.
δ) De coloribus oculorum Florent. 1550. 4. p. 34.

iſt, und das andere im geſunden und guten Zuſtande ſich befindet.

Auch gibt es Augen, welche ſo wohl nahe als auch entfernte Gegenſtände undeutlich ſehen, wenn ſie ſich nicht erhabener Gläſer bedienen. **Janin** *) führet ein Beyſpiel von Augen an, welche von Natur ſo beſchaffen waren, und ſucht die Urſache dieſes Fehlers in einer allzu platten Kryſtalllinſe.

Das **Schiefſehen** (luſcitas *Boerhaave*, viſus obliquus) iſt der Geſichtsfehler, wo das Auge nur diejenigen Gegenſtände ſehen kann, welche demſelben ſeitwärts liegen. Dieſer Fehler kann das Schiefliegen der Kryſtalllinſe, die Undurchdringlichkeit des vordern Theils der Hornhaut, und eine Unempfindlichkeit des hinter der Augenaxe liegenden Theils der Netzhaut zum Grunde haben. Von dem Schiefſehen iſt das **Schielen** (ſtrabiſmus, luſcitas relatiua, ſtrabiſme) verſchieden. Dieſer Geſichtsfehler beſtehet darin, daß diejenige Perſon, welche dergleichen beſitzet, die Axe des einen Auges auf die Seite wendet, mit dem andern aber gerade nach dem Gegenſtand ſiehet. Nach **de la Hire** β) ſoll dieſer Fehler ſeinen Grund im innern Bau des Auges ſelbſt haben, wobey der empfindliche Theil der Netzhaut nicht in die Richtung der Augenaxen, ſondern etwas zur Seite falle. Dieß kann aber wohl unmöglich die Urſache ſeyn, weil ſonſt das Schielen gar nicht zu heilen wäre. Es ſcheint **de la Hire** das Schielen mit dem Schiefſehen des einen Auges verwechſelt zu haben. Die ſonſt gewöhnliche Meinung vom Schielen iſt, daß es von einem Mangel der gehörigen Uebereinſtimmung zwiſchen den Augenmuskeln herrühre, welche deßwegen nicht im Stande wären, beyde Augen auf ein und denſelben Gegenſtand zu richten. Der erſte Grund hiervon liege aber in einer in der

Kind-

*) Mémoir. et obſervat. ſur. l'oeil. à Paris 1772. 8. p. 429.

β) Sur les différens accidens de la vue; in mém. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1694.

Kindheit angenommenen Gewohnheit. Dieſerwegen haben auch die älteren Aerzte vorgeſchrieben, die Kinder eine Art von Maske mit Löchern oder Röhren vor den Augen tragen zu laſſen, damit ſie genöthiget werden, beyde Augenaxen gerade auf einen Gegenſtand hinzurichten, und ſie auf dieſe Weiſe in Uebereinſtimmung zu bringen. D. Jurin *) bemerkte, daß bey den Schielenden der eine Augapfel gerade in der Mitte der Oeffnung, ſo wie, wenn man gerade vor ſich ſiehet, aber der Augapfel des andern Auges gewöhnlich nach der Naſe hin gezogen wird; in dieſer kleinern Entfernung bleiben beyde bey allen ſchiefen Richtungen des Auges, ſo daß die beyden Axen niemahls auf denſelben Punkt gerichtet ſind, wiewohl die Muskeln in ſoweit gleichförmig wirken, daß ſie beyde Augen zu gleicher Zeit nach einerley Gegend bewegen. Er glaubt, ein Kind gewöhne ſich dieſen Fehler leicht an, wenn man es in der Wiege oft ſo leget, daß es das Licht oder eine andere in die Augen fallende Sache nur mit einem Auge ſehen kann. Sey es auf ſolche Art zum Schielen verleitet, und durch Gewohnheit darin beſtärkt, ſo würden die vor die Augen gebrachten Masken gar keine Hülfe thun. Vielmehr ſchlägt er, das Schielen zu heben, folgende Art vor: wenn das Kind ſo alt iſt, daß es ſeinen Augen eine gewiſſe Richtung zu geben verſtehet, ſo laſſe man es gerade vor ſich treten, laſſe es das unverdrehete Auge zuſchließen, und ſich mit dem andern von ihm anſehen. Findet man die Augenaxe gerade auf ſich gerichtet, ſo laſſe man ihm das Auge in dieſer Lage erhalten, und das andere aufthun; alsdann wird man zwar das unverdrehete Auge auf ſich gerichtet finden, das fehlerhafte aber wird nach der Naſe des Kindes ſich hindrehen. Durch Geduld und wiederhohlte Verſuche aber wird das Kind es allmälig dahin bringen, auch das verdrehete Auge in unverwandter Richtung, wenigſtens eine kurze Zeit, zu erhalten. Hat man es ſo weit gebracht, daß es beyde Augenaxen auf einen richten kann, wenn man gerade vor ihm ſtehet, ſo verändere man ſeine

*) Smiths Lehrbegriff der Optik durch Käſtner. S. 395 u. f.

ſeine Stellung, und laſſe es erſt ein wenig auf die eine Seite, dann auf die andere treten, und eben das wiederhohlen. Kann es in allen dieſen Stellungen beyde Augenaxen vollkommen und leicht auf einen richten, ſo iſt der Geſichtsfehler gehoben. Erwachſene Menſchen können alles das für ſich allein vermittelſt eines Spiegels thun, nur wird deſto mehr Geduld erfordert, je älter man iſt. Der Herr von Büffon *) hat durch ſehr viele über das Schielen angeſtellte Wahrnehmungen entdecket, daß die Haupturſache in der Ungleichheit der Güte beyder Augen liege. Wenn ein Auge viel ſtärker als das andere iſt, ſo iſt auch das Bild im ſchärfern Auge deutlicher als in dem ſtumpfern, und eine ſolche Perſon ſieht mit einem Auge allein deutlicher, als mit beyden zugleich. Daher iſt es kein Wunder, wenn ſolche Perſonen das gute Auge vorzüglich gebrauchen und das andere zur Seite kehren. Er glaubt, daß es vielleicht nicht möglich ſey, das Schielen zu heben, wenn die Ungleichheit der Augen zu groß iſt, man müßte denn vermittelſt dazu eingerichteter Gläſer die Augen einander gleicher machen. Je geringer die Grenzen des deutlichen Sehens ſind, deſto mehr Einfluß hat die Ungleichheit der Augen auf die Deutlichkeit der Bilder. Weil nun dieſe Grenzen des deutlichen Sehens durch mehrere Uebung des Auges größer werden, und ſich auf beyden Seiten erweitern, ſo ſchielen erwachſene Perſonen nicht ſo häufig als Kinder, und dieſer Fehler verlieret ſich oft von ſelbſt mit den Jahren. Wenn die Augen eines Schielenden nicht zu viel unterſchieden ſind, ſo ſchlägt er nach ſeiner Meinung folgendes Mittel, dieſem Geſichtsfehler abzuhelfen, als das einfachſte, ſicherſte und natürlichſte vor, daß man das gute Auge auf einige Zeit bedecket halten laſſe, wodurch das fehlerhafte Auge gezwungen würde ſich anzuſtrengen, und ſich ſelbſt gerade nach dem Objekte zu richten. Dieſer Methode ſollen ſich auch einige Aerzte mit gutem Erfolg bedienet haben. Die Urſache, daß Schielende gewöhnlich das fehlerhafte Auge nach der Naſe zu drehen, ſuchet er darin, daß in dieſer Lage

*) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. 1743. p. 329 ſqq.

die Richtung der Axe deſſelben ſo viel als möglich von der Richtung des guten Auges ſich entfernet, wozu kömmt, daß alsdann die Naſe viele Gegenſtände verdecket, welche ſonſt mit dem ſchlechten Auge würden geſehen werden, weßwegen dieſe Richtung mit den gewöhnlichen Unbequemlichkeiten verknüpft iſt. Zuletzt ſetzt er noch hinzu, daß bey einigen Schielenden durch das Bedecken des guten Auges in wenigen Minuten das fehlerhafte durch Anſtrengung ſo ſtark geworden ſey, daß ſie ſelbſt darüber erſtaunet wären. Daher müſſe man, um dem ſchwächern Auge mehr Stärke zu verſchaffen, das gute Auge eine Zeitlang bedecken laſſen. D. Reid [a]) führet an, daß er mehr als zwanzig Schielende unterſuchet, und bey allen einen Fehler in dem Geſichtsvermögen des einen Auges gefunden habe. Vier von ihnen waren noch mit dem ſchwachen Auge deutlich zu ſehen im Stande, wenn das andere geſchloſſen war; die übrigen aber ſahen mit dem einen Auge ganz und gar nicht deutlich. Er fand übrigens, daß die Mittelpunkte ihrer Augen ſo gut miteinander übereinſtimmten, wie in andern Perſonen. D. Hartley [b]) hat noch verſchiedene Erſcheinungen beym Schielen des Auges erläutert. Er bemerket, daß die weißen flechſigen Ausbreitungen der vier geradeziehenden Muskeln bis an die Hornhaut reichen, und folglich bey offenen Augen der Wirkung des Lichtes gar ſehr ausgeſetzet ſind, weil ſie bloß von einer dünnen Haut bedecket werden. Der herziehende und abziehende Muskel ſind beyde auf dieſe Art weit mehr bloßgeſtellet, als der heraufziehende und herunterziehende, auf welche das Licht nicht fallen kann, wenn das Auge nur ein wenig geöffnet iſt. Befindet ſich nun rechter Hand ein erleuchtetes Objekt, ſo daß das Licht beſonders auf die flechſige Ausbreitung des abziehenden Muskels des rechten Auges, und des herziehenden des linken fällt, ſo werden durch die Zuſammenziehung der Muskeln beyde Augen ſich nach denſelben Seiten hin dem Lichte zu bewegen; und dieß ſo lange, bis

a) Inquiry into the human mind. p. 253 ſqq.
b) Obſervations on man. Vol. I. p. 215.

bis der herziehende und abziehende Muskel in beyden Augen einer ſo viel Licht empfängt als der andere, d. i. bis die Augenaxen nach den hellen Gegenſtänden hingerichtet ſind; daher kömmt es, daß ſich die Augen neugeborner Kinder immer ſeitwärts nach dem Lichte oder Fenſter zu kehren. Wenn nun ein Kind ſo in der Wiege geleget wird, daß ein Auge verdeckt iſt, ſo fällt die Wirkung des von außen herkommenden Einfluſſes des Lichtes weg. Wird dieſes oft wiederhohlet, ſo wird das ſo bedeckte Auge bloß von den Einflüſſen aus dem Gehirne her regieret werden, und ſich meiſtentheils aufwärts und niederwärts bewegen.

Das **falſche Sehen** (pſeudoblepſis) iſt der fehlerhafte Zuſtand ſolcher Augen, welche entweder Dinge ſehen, die gar nicht vorhanden ſind, oder vorhandene Dinge anders als gewöhnlich ſehen. Zur erſten Art gehören die Erſcheinungen von Funken, Fliegen, Netzen, hellen Punkten u. d. g. welche vor den Augen ſchweben; zur zweyten das Nichtſehen der Farben, die Erſcheinung falſcher Geſtalten, falſcher Farben, das Halbſehen und das Doppeltſehen.

Es gibt viele Perſonen, welche vor ihren Augen dunkele Flecken oder Punkte, wie kleine Mücken, wellenförmig gewundene Fäden, Netze, Spinneweben, helle Punkte oder Funken u. d. g. ſehen. Dergleichen Flecke ſteigen in die Höhe, wenn die Augen ſchnell gegen den Himmel gerichtet werden, ſinken aber langſam herab und verſchwinden, wenn die Augen ſcharf gegen einen Gegenſtand gerichtet ſind. Am deutlichſten erſcheinen ſie, wenn ſie vor der Mitte des Auges vorübergehen, und ſelbiges gegen einen hellen Gegenſtand, beſonders gegen Schnee und Nebel, gerichtet iſt. Von manchen Augen werden ſie in unzählbarer Menge wahrgenommen, wovon einige ſchwer zu ſeyn ſcheinen, und daher ſchneller als die andern zu Boden ſinken. Wenn eine ſolche Perſon den Kopf niederſenkt, ſo ſammeln ſie ſich um die Mitte des Auges, leget ſie ſich auf den Rücken nieder, und läßt den Kopf hinterwärts hängen, ſo gehen ſie nach der Stirn zu, welche alsdann am niedrigſten liegt. Sie folgen daher offenbar der

Schwere ſo, wie Körper, welche in einer Flüſſigkeit ſchwimmen. Die mehreſten Aerzte haben ſie mit **Willis** [α]) aus der Unempfindlichkeit gewiſſer Stellen der Netzhaut durch ausgetretenes Blut oder Verflechtung der Gefäße erklärt; allein ihre Bewegung wird dadurch nicht begreiflich. **De la Hire** und **la Roi** [β]) glauben, daß ſie von der wäßrigen Feuchtigkeit herrühren, und **Morgagni** [γ]) leitet ſie von Streifen der eingetrockneten Thränenfeuchtigkeit auf der Hornhaut her. **Maitre-Jan** [δ]) iſt der Meinung, daß dieſe Erſcheinung, weil ſie oft vor dem grauen Staare vorhergehet, von einem Fehler der äußern Häute der Kryſtalllinſe herrühren könne. **Demours** [ε]) öffnete die Hornhaut ſolcher Augen, welche dergleichen Flecken ſahen, und ließ die wäſſerige Feuchtigkeit ablaufen; allein die kranken Augen nahmen immer noch die Flecken gewahr, wie vorher. Die Urſache derſelben ſetzt er alſo in die Feuchtigkeit des **Morgagni**, von welcher die Kryſtalllinſe umgeben wird, und von der einige kleine Theile, ohne viel von ihrer Durchſichtigkeit zu verlieren, etwas mehr Dichtigkeit, Schwere und Brechungsverhältniß erhalten können. Er läugnet aber dabey nicht, daß die unbeweglichen Flecken von einer Unempfindlichkeit verſchiedener Stellen der Netzhaut und der Sehenerven herrühren, und ſelbſt vorhergehende Zeichen des ſchwarzen Staars ſeyn können, ſo wie die beweglichen eine entferntere Urſache des grauen Staars abgeben würden.

Das Nichtſehen der Farben iſt ein angeborner Geſichtsfehler und daher nicht leicht zu heilen. Ein gewiſſer **Colardeau** in Frankreich konnte Geſtalt und Größe ſehr deutlich

α) Anatom. cerebri cap. 21.

β) Mém. de l'Acad. roy. des ſcienc. 1760.

γ) Aduerſar. anatom. VI. Animaduerſ. 75.

δ) Traité de maladie de l'oiel. 12mo. p. 281.

ε) Sur les filamens, qui paroiſſent voltiger devant les yeux; im journ. de médecine Fevr. 1788. p. 274.

deutlich ſehen, aber die Farben nicht unterſcheiden [α]). Verſchiedene andere dergleichen Beyſpiele findet man in den philoſophiſchen Transactionen angeführet [β]).

Das Sehen falſcher Farben (chrupſia, viſus coloratus) kann aus verſchiedenen Urſachen herrühren, vom ausgetretenen Blute, von der gelben Sucht, von einem ſtarken Eindrucke des Lichtes auf die Netzhaut, von Entzündungen, vom heftigen Reiben des Auges u. ſ. f. **Boyle** [γ]) erzählet, daß bey einer Peſt Kranke an den Kleidern und andern Gegenſtänden die lebhafteſten Farben ſahen. Bey verſchloſſenen Augen ſieht man gemeiniglich zufällige Farben. M. ſ. **Farben, zufällige.**

Falſche Geſtalten, Lagen und Größen der Dinge (metamorphopſia, viſus defiguratus) können aus verſchiedenen Urſachen entſtehen, welche vorzüglich in der Myopie, in Nervenkrankheiten, Verſchleimung der erſten Wege, oder auch in einem unregelmäßigen Bau irgend eines Theiles des Auges zu ſuchen ſind. **Sauvages** [δ]) erzählet, daß ein 80jähriger Mann eine Zeitlang alle gerade Gegenſtände krumm, und nach einer Seite hangend ſahe, und **Stoll** führet einen Fall an, daß einem Kranken nach einer hitzigen Krankheit alle Objekte ſchief und vorwärts gekrümmt erſchienen.

Vom **Doppeltſehen** (diplopia, viſus duplicatus) haben **Klauhold** [ε]) und **Klinke** [ζ]) viele Beobachtungen geſammelt. **Sauvages** gibt aus verſchiedenen Urſachen zehn Verſchiedenheiten deſſelben an. Wenn die Augenaxen der beyden Augen nicht zuſammenlaufen, ſo erſcheinen denſelben die Gegenſtände doppelt. Ein ſolches Doppeltſehen kann ein Vorbote von mancherley Krankheiten ſeyn, wobey

α) Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik. B. I. St. 2. S. 57.

β) Vol. LXVII. P. I. n. 14. Vol. LXVIII. P. II. p. 611. und in der Sammlung. zur Phyſ. und Naturgeſch. B. I. St. 5. S. 637.

γ) Experim. de coloribus P. I.

δ) Noſolog. method. T. II. p. 190.

ε) Diſſ. de viſu duplicato. Argentor. 1746. 4.

ζ) Diſſ. de diplopia. Goetting. 1774. 4.

die Augen entweder durch Krämpfe oder durch Lähmung verdrehet und aus ihrer natürlichen Lage gebracht werden. Mannigmahl kann es auch von der Ungleichheit der Augen, von der Verletzung oder eigenen Schwäche des einen herrühren. Selbſt einem Auge allein können Gegenſtände doppelt erſcheinen, wenn die Hornhaut verletzet iſt, und gleichſam eine polyedriſche Form erhalten hat, oder auch wenn der Augenſtern mehr als eine Oeffnung beſitzet. Manche Kurzſichtige nehmen alle entfernte Gegenſtände doppelt gewahr, wovon **de la Hire** *) die Urſache in der Geſtalt der Kryſtalllinſe ſucht.

M. ſ. **von Cullen** kurzer Inbegriff der mediciniſchen Noſologie, aus dem Engliſch. überſetzt. Leipzig 1786 gr. 8. Th. I. S. 399. f.

Geſichtsfeld (campus viſionis, champ de viſion) iſt der Raum, welchen das Auge bey Betrachtung der Objekte beſonders durch ein Fernrohr oder Mikroſkop überſehen kann. Dieſer Raum iſt wegen der Figur der Gläſer kreisförmig. Der Halbmeſſer dieſer kreisförmigen Figur druckt man in Graden und Theilen davon aus. Er iſt nämlich derjenige Winkel, welchen die äußerſten ins Auge kommenden Strahlen rings herum mit der Augenaxe machen, und heißt auch der **ſcheinbare Halbmeſſer des Geſichtsfeldes**. Von der Größe dieſes Halbmeſſers hängen die Größen der Oeffnungshalbmeſſer der Okulargläſer im Fernrohre ab, wenn das Auge durch die Gläſer das Objekt völlig überſehen kann.

Wenn die Geſichtsaxe auf einen Gegenſtand gerade hingerichtet iſt, ſo ſieht er dieſen deſto deutlicher, je näher die von der äußerſten Grenze deſſelben herkommenden und ins Auge fallenden Strahlen der Geſichtsaxe liegen. Soll alſo irgend ein leuchtender Punkt, welcher außerhalb der Geſichtsaxe liegt, noch deutlich geſehen werden, ſo muß der ſcheinbare Halbmeſſer des Geſichtsfeldes nicht zu groß ſeyn; vermöge der Erfahrung wird ein ſolcher leuchtender Punkt

*) Accidens de la vue p. 352.

Punkt noch deutlich wahrgenommen, wenn der ſcheinbare Halbmeſſer des Geſichtsfeldes nicht über 45° beträgt.

Was die Fernröhre überhaupt betrifft, ſo wird der ſcheinbare Halbmeſſer des Geſichtsfeldes deſto kleiner, je größer die Vergrößerungszahl iſt, wenn die Zahl der Gläſer und ihre Oeffnungshalbmeſſer einerley bleiben. Wird die Vergrößerungszahl ſehr groß, ſo iſt dieſe mit dem ſcheinbaren Halbmeſſer des Geſichtsfeldes beynahe im umgekehrten Verhältniſſe.

Aus Gründen, welche bereits unter dem Artikel **Fernrohr** vorgetragen ſind, erhellet ſehr leicht, daß man durch das galileiſche Fernrohr ein deſto größeres Geſichtsfeld überſiehet, je näher das Auge an das Okularglas gehalten wird. Bringt man es ſehr nahe daran, ſo wird die Größe des Geſichtsfeldes durch die Oeffnung des Augenſternes beſtimmt; mithin überſieht man im Dunkeln mehr als am Tage.

Im aſtronomiſchen Fernrohre iſt das Geſichtsfeld beſtimmter. Hat das Auge die vortheilhafteſte Stelle etwas weniges hinter dem Okularglaſe, ſo iſt die Tangente des ſcheinbaren Halbmeſſers des Geſichtsfeldes gleich dem Halbmeſſer der Oeffnung des Augenglaſes, dividirt durch die Länge des Fernrohrs. M. ſ. **Fernrohr**. Bey der gewöhnlichen Einrichtung der Erdfernröhre findet eben dieß Statt, nur daß man hier nicht mit der ganzen Länge des Fernrohres, ſondern bloß mit der Summe der Brennweiten des Objektivs und des Okulars zu dividiren braucht.

Bey achromatiſchen Objektivgläſern wird bey einerley Vergrößerungszahl das Geſichtsfeld größer als bey einfachen, und beſonders beym Gebrauche des dreyfachen Objektivs wird die Vergrößerung des Geſichtfeldes doppelt ſo groß, als beym Gebrauch des doppelten. M. ſ. **Fernröhre, achromatiſche**. Will man ein ſehr großes Geſichtsfeld haben, ſo muß das Fernrohr nicht lang gemacht werden, wie z. B. bey den Nachtfernröhren.

In Anſehung der **Spiegelteleſkope** beſtimmt man die Größe des Geſichtsfeldes durch ein zuſammengeſetztes

Verhältniß. M. ſ. **Spiegelteleſkop.** Aus dieſem erhellet, daß ſich dieſe Größe ebenfalls wie die Oeffnung des Okulars verhalte. Daraus läßt ſich begreifen, daß man das Okularglas breit machen müßte, um ein großes Geſichtsfeld zu erhalten. Weil aber dadurch viel Abweichungen zu Wege gebracht würden, ſo verändert man lieber die ganze Stellung, indem man nämlich die vom großen Spiegel reflektirten Strahlen, noch ehe ſie ein Bild zu Stande bringen, mit einem Okularglaſe auffängt, und die in ſelbigem gebrochenen Strahlen durch ein anderes Augenglas gehen läßt, wodurch eben ſo, wie durch zwey nahe Augengläſer im aſtronomiſchen Rohre, das Geſichtsfeld ſehr vergrößert wird. Ueberhaupt aber pflegt man dabey das Geſichtsfeld mehr durch Proben als durch Rechnungen und Abmeſſungen zu beſtimmen.

Beym einfachen Mikroſkope iſt die Tangente des ſcheinbaren Halbmeſſers des Geſichtsfeldes gleich dem Quotienten aus dem Halbmeſſer der kleinen Linſe durch die Brennweite dividiret. M. ſ. **Mikroſkop**,

Geſichtskreis ſ. **Horizont.**

Geſichtswinkel ſ. **Sehewinkel.**

Geſtalt, Figur (figura, figure). Hierdurch verſteht man die gegenſeitige Lage und Beſchaffenheit der Grenzen von einer ausgedehnten Größe. Einem jeden wirklichen Körper muß nothwendig eine Geſtalt zukommen, weil er Ausdehnung und folglich Grenzen beſitzet. Es iſt daher die Geſtalt ein ganz allgemeines Phänomen aller ſinnlichen Körper.

Die Geſtalten der Körper ſind ein vorzüglich unterſcheidendes Kennzeichen der Körper untereinander, indem verſchiedene Körper auch verſchiedene Geſtalten beſitzen. So iſt es dem Mineralogen ein Hauptgeſchäft, die verſchiedenen Geſtalten der Mineralien genau zu beſtimmen, um ſie hierdurch als äußere unterſcheidende Merkmahle von einander zu unterſcheiden.

Was die ſcheinbare Geſtalt der Objekte anbetrifft, von welchen wir überhaupt nur die Grenzen ſehen, ſo kömmt es hierbey ganz darauf an, wie uns die Größe und Entfernung dieſer Grenzen erſcheinet. Hierbey iſt man vielen Täuſchungen ausgeſetzet. So kann z. B. ein eckiger Körper in einer großen Entfernung ohne Ecken, ein Kreis von der Seite betrachtet länglichrund erſcheinen. Eben ſo kann uns ein Cylinder, von der Seite betrachtet, nur als ein Viereck, eine Kugel als ein Kreis vorkommen; aus dem auffallenden Lichte aber und geworfenen Schatten ſchließen wir, daß jenes ein Cylinder und dieſes eine Kugel ſey.

Geſtehen, Erhärten. Wenn diejenigen Körper, welche bey den gewöhnlichen Graden unſerer Atmoſphäre feſte ſind, nach vorhergegangener Schmelzung durch die Abnahme der Wärme wieder in den feſten Zuſtand übergehen, ſo ſagt man von ihnen, daß ſie **geſtehen** oder erhärten. Im Grunde iſt dieß nichts weiter als eine Art von Gefrierung. M. ſ. **Gefrierung.**

Geſtirne (aſtra, ſidera, aſtres) heißen alle diejenigen Körper, welche wir ſowohl bey Tage als auch bey der Nacht am Himmel erblicken. Ihre ſcheinbare Bewegung iſt die von Morgen gegen Abend, die ihnen täglich zu zukommen ſcheinet. Alle zeigen ſie ſich als leuchtende Körper; nach genauern Unterſuchungen aber wird man auf die Folge geleitet, daß einige an ſich leuchtende, andere aber dunkele, und nur von fremdem Lichte erleuchtete Körper ſind. Zu den an ſich leuchtenden rechnet man die Sonne und die übrigen Fixſterne, zu den dunkeln und vom Sonnenlichte erleuchteten die Planeten, die Monden oder Nebenplaneten und die Kometen, von welchen allen eigene Artikel handeln.

Die Aſtronomie lehret uns, daß der bey weiten größeſte Theil aller Geſtirne die Größe unſerer Erdkugel gar ſehr übertrifft, ob ſie uns gleich ſehr klein ſcheinen; daß ihre Entfernungen von einander im eigentlichſten Sinne ganz unermeßlich ſind, und daß ihre wahrſcheinlichen Bewohner unſere Erde entweder

der gar nicht, oder nur als ein kleines lichtes Sternchen erblicken. M. ſ. **Weltgebäude.**

Geſundbrunnen, Mineralwaſſer (fontes medicati, aquae minerales, eaux minerales) heißen diejenigen Quellen oder Brunnen, welche verſchiedene ſchwefelige, ſalzige und mineraliſche Subſtanzen bey ſich führen, und aus welchen ſich verſchiedene Gasarten entwickeln. Man kann wohl behaupten, daß mehrentheils alle Brunnen- und Quellwaſſer mineraliſch ſind, indem ſie alle wenigſtens einen kleinen Antheil von Erde und Selenit bey ſich führen; indeſſen erhalten ſolche Waſſer im gemeinen Leben beſonders den Nahmen **harter Waſſer**, wenn die Beymiſchung der Erde und des Selenits ſchon in beträchtlicher Menge vorhanden iſt, und mineraliſche Waſſer heißen nur diejenigen, welche eben angeführte Subſtanzen bey ſich führen. Die mehreſten derſelben ſind bey gewiſſen Krankheiten zur Heilung derſelben vorzüglich gut befunden worden, wenn ſie getrunken werden, und dieſe haben den eigentlichen Nahmen der **Geſundbrunnen** erhalten.

Die mineraliſchen Beſtandtheile erhalten dieſe Waſſer dadurch, daß ſie durch Erdſchichten gehen, in welchen Salze und Kieſe anzutreffen ſind, die ſich im Zuſtande der Zerſetzung befinden. Uebrigens ſind dieſe Bäder entweder kalte oder warme Bäder, wenn nämlich ihre Wärme die Temperatur der äußern Atmoſphäre, wo ſie entſpringen, entweder nicht übertrifft, oder größer als dieſe iſt. Von warmen Bädern ſ. m. den Artikel **Bäder, warme.** Einige von dieſen Waſſern enthalten eine beträchtliche Menge von Luftſäure, woher ſie einen ſtechenden und geiſtigen Geruch erlangt haben. Dieſe Luftſäure aber verlieren ſie an der freyen Luft bald, oder wenn ſie geſchüttelt werden. Man nennt ſie vorzüglich **Sauerwaſſer, Sauerbrunnen** (aquae acidulae, eaux acidules).

Aniei-

Anleitungen, um die Mineralwaſſer chemiſch zu unterſuchen, hat man von **Macquer** [α]) **Bergmann** [β]) und vorzüglich von **Weſtrumb** [γ]), und über einzelne Geſundbrunnen von **Stucke** [δ]) **Reuß** [ε]) und andern. Die Reſultate der neueſten Beobachtungen ſind von **Remmler** [ζ]) in Tabellen gebracht worden. **Zückert** theilet ſie ab in ſeifenartige, Bitterwaſſer, alkaliſche, ſalzige, ſchwefelhaltige und eiſenhaltige.

Die ſeifenartigen enthalten eine feine Thonerde, und ſind in Anſehung ihres fixen Gehaltes die unwirkſamſten.

Die **Bitterwaſſer, abführenden Waſſer** (aquae catharticae, purgantes, amarae) führen das aus der Schwefelſäure und Bitterſalzerde beſtehende Bitterſalz, und zuweilen auch wahres Glauberſalz, wenn ſie über fixen mineraliſchen Alkali gegangen ſind. Oft enthalten ſie auch freye Bitterſalz- oder Kalkerde, welche bloß durch etwas Luftſäure gebunden iſt. Das **ſedlitzer** oder **ſaidſchützer Bitterwaſſer** ſind in Deutſchland die bekannteſten [η]). In einer ſchwediſchen Kanne ſaidſchützer Bitterwaſſer fand **Bergmann** 4½ Gran luftſäurehaltigen Kalk, 24½ Gran Gyps, 12½ Gran luftſäurehaltige Bitterſalzerde, 859½ Gran Bitterſalz, 21¾ Gran Bitterkochſalz, 1 Cubikzoll fixe Luft und eben ſo viel reine Luft.

Die alkaliſchen Mineralwaſſer führen etwas freyes, fixes Mineralalkali bey ſich, welches aller Wahrſcheinlichkeit nach durch einige Luftſäure gebunden iſt. Sie enthalten größtentheils

α) Chymiſches Wörterbuch, Art. Waſſer, mineraliſche, mit Leonhardis Anmerk.

β) De analyſi aquarum in opuſc. phyſ. et chemic.

γ) Phyſikaliſch-chemiſche Abhandlungen B. 1. H. 2. S. 71. f.

δ) Phyſik. chemiſche Beſchreibung des wildunger Brunnens mit einer Vorrede von Weſtrumb Leipz. 1791. 8.

ε) Chemiſch-mediciniſche Beſchreibung des Kaiſer-Franzen-Bades. Dresden 1794. 8.

ζ) Tabellen über den Gehalt der in den neuern Zeiten unterſuchten Mineralwaſſer. Erf. 1790.

η) Troſchel Nachricht von dem wahrhaften böhmiſchen Bitterwaſſer ſaidſchützer Urſprungs, aus dem hochbelſchen Berge. Leitmeritz 1761. 8.

tentheils Glauberſalz, Bitterſalz und Kochſalz. Warme Quellen dieſer Art, wie z. B. die carlsbader, bringen oftmahls Kalkerde mit ſich, die ſie an der Luft abſetzen. Die eigentlichen ſalzigen Waſſer unterſcheiden ſich von den Salzquellen durch die Luftſäure, welche ſie enthalten, und welche ſie vorzüglich zum mediciniſchen Gebrauche anwendbar machen. Hierher kann man das bekannte Selterwaſſer rechnen, wiewohl es auch Bitterſalz und Mineralalkali enthält [a]). Aus einer ſchwediſchen Kanne Selterwaſſer bekam **Bergmann** 17 Gran luftſäurehaltigen Kalk, 29½ Gran luftſäurehaltige Bitterſalzerde, 24 Gran luftſäurehaltiges Mineralalkali, 109½ Gran Kochſalz, 60 Cubikzoll fixe und 1 Cubikzoll reine Luft.

Die ſchwefelhaltigen Waſſer ſind warme Quellen, welche Schwefel bey ſich führen, an der Luft aber abſetzen, worunter die aachner Bäder die berühmteſten ſind. M. ſ. **Bäder, warme.**

Die eiſenhaltigen Waſſer oder Stahlwaſſer (aquae martiales, chalybeatae) enthalten Eiſen, entweder durch Schwefelſäure oder durch Luftſäure aufgelöſet. Man erkennt dieſe Waſſer ſehr leicht an dem abgeſetzten Eiſenocher und an der fettig ſcheinenden, mit Regenbogenfarben ſpielenden Haut. Dieſe ſind am häufigſten und finden ſich gewöhnlich in Torfmooren und ſumpfigen Gegenden, wo in ihrer Nachbarſchaft Schwefelkieſe anzutreffen ſind. Ihr Geſchmack iſt zuſammenziehend, und führen mehrentheils noch Mittelſalze und Erdarten bey ſich. Von dieſer Claſſe ſind vorzüglich das Spa- und Pyrmonterwaſſer bekannt [b]). In einer ſchwediſchen Kanne Spawaſſer fand **Bergmann** 8½ Gran luftſäurehaltigen Kalk, 20 Gran luftſäurehaltige Bitterſalzerde, 8½ Gran luftſäurehaltiges Mineralalkali, 9 Gran Kochſalz,

[a]) Unterſuchung von des berühmten Selterwaſſers Beſtandtheilen, Wirkungen und richtigem Gebrauch. Leipz. 1775. 8.

[b]) Seip Beſchreibung der pyrmontiſchen Mineralbrunnen und Stahlwaſſer. Hannover 1750. 8. Markard Beſchreibung von Pyrmont. I. Th. Leipz. 1784. gr. 8. S. 246 f.

Kochſalz, $3\frac{1}{4}$ Gran luftſäurehaltiges Eiſen und 45 Cubikzoll Luftſäure; im Pyrmonter hingegen 20 Gran luftſäurehaltigen Kalk, $38\frac{1}{2}$ Gran Gyps, 45 Gran luftſäurehaltige Bitterſalzerde, 25 Gran Bitterſalz, 7 Gran Kochſalz, $3\frac{1}{2}$ Gran luftſäurehaltiges Eiſen, und 95 Cubikzoll Luftſäure. **Markard** gibt nach Verſuchen, welche **Weſtrumb** zwey Meilen von der Quelle ſelbſt angeſtellet hat, den Gehalt der Luftſäure auf 140 Cubikzoll in einer Kanne.

Schon lange hatte man ſich damit abgegeben, die Geſundbrunnen durch Kunſt nachzumachen. Weil aber ein vorzüglicher Beſtandtheil derſelben die Luftſäure iſt, man aber die luftförmigen Stoffe in ihren Eigenſchaften noch lange nicht hinlänglich kannte, und ſie zu behandeln wußte, ſo fand man dabey unüberwindliche Schwierigkeiten. Anfänglich ſuchte man ihnen das Geiſtige und, in Anſehung des Geſchmacks, Stechende durch Gemenge von Eiſenfeil und Schwefel zu geben. **Venel** [α]) zeigte zuerſt, dieſen luftförmigen Stoff aus den mineraliſchen Waſſern zu erhalten, und ſie vermittelſt einer Auflöſung des Mineralalkali durch Salzſäure in das gemeine Waſſer zu bringen. Auch war es ſchon **Lane** [β]) bekannt, daß das mit ſolcher Luft angeſchwängerte Waſſer Eiſen auflöslich mache. Als man endlich die Gasarten entdeckte, und Hülfsmittel erfand, ſie beſonders darzuſtellen, ſo wurde hinlänglich bewieſen, daß der flüchtige Geiſt im Sauerbrunnen nichts weiter, als Prieſtley's fixe Luft, oder die ſo genannte Luftſäure ſey, welche ſo leicht aus dem Aufbrauſen der Kalkerden mit Säuren gewonnen werden kann. M. ſ. **Gas, mephitiſches**. Seit dieſer Zeit hat man nun auch Geräthſchaften erfunden, um das Waſſer auf eine ſehr bequeme Art mit dieſer Gasart anzuſchwängern, wobey zugleich die nöthige Menge von Eiſen und die übrigen fixen Beſtandtheile leicht hinzuthun, und den ſo

α) Mémoir. ſur l'analyſe des eaux de Selters; in mém. préſentés à l'Acad. roy. Vol. II. p. 53. 80.

β) Philoſoph. transact. Vol. LXIX. Neues hamb. Magazin, B. XI. S. 483.

ſo genannten Sauerbrunnen ſehr vollkommen nachmachen kann. M. ſ. Parkers Maſchine.

M. ſ. Zückert Beſchreibung aller Geſundbrunnen Deutſchlands. Königsberg 1776. gr. 8.

Getriebe ſ. **Räderwerk**.

Gewächslaugenſalz ſ. **Laugenſalz**.

Gewicht (pondus, poids) iſt die Größe des Drucks, welchen ein Körper gegen die Unterſtützung, die ihn hält, wenn ſie ſtark genug iſt, äußert. Man muß Gewicht und Schwere wohl von einander unterſcheiden, ob man gleich im gemeinen Leben beydes mit einander zu verwechſeln pfleget. Schwere iſt nichts weiter, als die ſo genannte beſchleunigende Kraſt, weil ſie ununterbrochen auf jeden Körper wirkt, Gewicht aber die bewegende Kraft der ſchweren Materie, mithin das Produkt aus der beſchleunigenden Kraſt der Schwere in die Menge der Materie. Man nehme an, es ſey die Menge der Materie $= M$, das Gewicht $= P$, und die beſchleunigende Kraſt der Schwere $= f$, ſo hat man $P = f . M$. Es folgt alſo hieraus, daß ſich die Gewichte zwey verſchiedener Körper zu einander verhalten wie die bewegenden Kräſte, folglich auch wie die Maſſen. Es ſey nämlich m die Menge der Materie eines andern Körpers und p ſein Gewicht, ſo iſt auch $p = f . m$, folglich hat man $P : p = M . f : m . f = M : m$.

Die Erfahrung lehret, daß verſchiedene Körper von einerley Umfange nicht einerley Gewicht haben. Man kann alſo daraus ſchließen, daß diejenigen Körper, welche bey gleichem Umfange ein größeres Gewicht beſitzen, als andere, auch mehr Materie, mithin auch größere Dichtigkeit als dieſe haben müſſen. Daher theilet man die Körper in Körper **ſchwererer Art** (corpora ſpecifice grauiora) und in Körper **leichterer Art** (corpora ſpecifice leuiora). Jene heißen diejenigen, welche bey einerley Umfange mehr, und dieſe, welche weniger Materie enthalten. Es beſtimmen alſo auch die Gewichte der Körper die Menge der materiellen Theile in einem beſtimmten Raume.

Wenn das Gewicht eines Körpers beſtimmt angegeben werden ſoll, ſo muß man das Gewicht des einen Körpers zur Einheit annehmen, und alsdann vergleichungsweiſe unterſuchen, welcher Körper ſchwererer und welcher leichteter Art iſt, weil ſich das Gewicht eines Körpers an ſich nicht beſtimmen läßt. Im gemeinen Leben pflegt man die zur Einheit angenommene Größe des Drucks eines Körpers ſelbſt Gewicht zu nennen, wie z. B. Pfund, Centner u. ſ. f. M. ſ. **Pfund**. Von dem hierzu dienenden Werkzeuge ſ. m. den Artikel **Wage**. Betrachtet man nun die beſtimmte Größe des Drucks eines Körpers gegen das, was ihn unterſtützet, ohne auf ſeinen Umfang Rückſicht zu nehmen, ſo nennt man ſelbigen das **abſolute Gewicht** des Körpers (pondus abſolutum). Vergleichet man hingegen die abſoluten Gewichte zweyer Körper mit einander in Anſehung eines beſtimmten Volumens, welches beyde Körper einnehmen, ſo erhält man den Begriff vom **ſpecifiſchen** oder **eigenthümlichen Gewichte** (pondus ſpecificum), oder von der **ſpecifiſchen** oder **eigenthümlichen Schwere** (grauitas ſpecifica). M. ſ. den Artikel **Schwere, ſpecifiſche**.

Wenn ein feſter Körper in einen flüſſigen eingetauchet wird, ſo verlieret er von ſeinem abſoluten Gewichte gerade ſo viel, als die von ſelbigem verdrängte flüſſige Materie wiegt. M. ſ. **Gleichgewicht**. Wenn z. B. ein feſter Körper von 20 Loth, in Waſſer getaucht, 2 Loth Waſſer aus der Stelle treibt, ſo iſt nun der Verluſt ſeines abſoluten Gewichtes auch 2 Loth, und er wiegt nur noch 18 Loth. Dieſen Ueberreſt vom Gewichte nennt man ſein **reſpektives** oder **relatives Gewicht** (pondus relatiuum).

Da nun die Luft unſerer Atmoſphäre, in welcher alle abzuwägende Körper ſich befinden, alle Eigenſchaften einer flüſſigen Materie hat, ſo ſieht man leicht, daß ein jeder Körper in der freyen Luft einen Theil von ſeinem abſoluten Gewichte verlieren müſſe, daß mithin alle Gewichte der Körper, wie wir ſie im luftvollen Raume finden, bloß relative Gewichte ſind. Je größer nun der Raum iſt, welchen ein Körper ein-

nimmt, deſto mehr Luft treibt er aus der Stelle, deſto mehr muß alſo auch der Körper an ſeinem abſoluten Gewichte dabey verlieren. Weil nun die Wärme alle Körper in einen größern Raum ausdehnet, ſo werden auch dieſe, wenn ſie erhitzt ſind, mehr von ihrem abſoluten Gewichte verlieren, als wenn ſie kalt ſind. Daher ſagt man auch, daß ein Körper im Sommer weniger als im Winter wiege; hierbey iſt aber doch darauf Rückſicht zu nehmen, daß die Luft im Sommer leichter als im Winter iſt, mithin der Körper alsdann in einer leichtern Luft gewogen wird, welcher Umſtand jenen Unterſchied wenigſtens zum Theil wieder aufhebet. Ueberhaupt wird der Verluſt in den mehreſten Fällen, beſonders wenn die abzuwägenden Körper eine beträchtliche Dichtigkeit beſitzen, ſehr gering ſeyn, bey ſolchen Körpern aber, welche ſehr leicht ſind, und einen ſehr großen Umfang einnehmen, kann er auch von Erheblichkeit und daher gar nicht außer Acht zu laſſen ſeyn. Ja, wenn dieſe mit noch leichtern Stoffen, als mit der gemeinen Luft, z. B. mit brennbarer Luft gefüllet werden, ſo können ſie ihr abſolutes Gewicht ganz verlieren, ja ſogar in der freyen Luft in die Höhe ſteigen und beträchtliche Laſten mit ſich nehmen. M. ſ. **Aeroſtat.**

Gewitter, Ungewitter, Donnerwetter (tempeſtas fulminea, orage accompagnée d'éclairs et de tonnerre). Wenn eine Entladung der Elektricität zwiſchen den Gewitterwolken und der Erde, mithin Blitz und Donner zu wiederhohlten Mahlen erfolget, ſo heißt dieſes Phänomen ein **Gewitter.** Mehr hiervon ſ. m. in den damit verwandten Artikeln, **Blitz, Blitzableiter, Donner, Luftelektricität.**

Es war ſonſt die gemeinſte Meinung, daß die Gewitterwolken ſich als geladene Conduktoren verhielten. Wenn ihnen alſo andere unelektriſche Wolken oder auch andere nicht elektriſirte Körper nahe kämen, ſo entladeten ſie ſich, und daher entſtehe Blitz und Schlag. Allein Herr **de Lüc** hat dagegen ſehr wichtige Zweifel gemacht, und dieſe Meinung entkräftet. Vielmehr glaubet er, daß die Beſtandtheile der elektriſchen Materie zwar in der Luft anzutreffen wären, dieſelbe

ſelbe aber bey jedem entſtandenen Blitze in dem Moment erzeuget würde. Es habe indeſſen damit eine Bewandniß, welche man will, ſo iſt doch gewiß, daß bey den Gewittern allemahl Entladungen der Elektricität zwiſchen den Gewitterwolken und der Erde Statt finden.

Im Winter findet man die Luft und die Wolken eben ſo elektriſch, als im Sommer; gleichwohl aber ſind die Gewitter im Winter äußerſt ſelten. Nach einer Vermuthung des Herrn **Achard** *) rührt dieß vielleicht daher, weil kalte Luft beſſer iſoliret als warme, welches ſie mit allen iſolirenden Körpern gemein hat. Es kann daher im Winter nicht ſo leicht ein Blitz entſtehen, es müßte denn der Vorrath an Elektricität ſehr groß ſeyn. Und wirklich lehret auch die Erfahrung, daß Gewitter im Winter, wenn ſie einmahl kommen, ſehr ſchwer ſind.

Gewöhnlich entſtehen die Gewitter mehr des Nachmittags und des Abends, als des Morgens, vielleicht aus dem Grunde, weil Morgens die Luft noch ſehr kühl iſt, und Nachmittags und Abends mehrere Veränderungen in Wärme und Kälte erleidet. In bergigen Gegenden erſcheinen die Gewitter öfterer als auf dem ebenen Lande, wegen der anziehenden Kraft der Berge gegen die Wolken, und mannigmahl ziehen ſie etliche Tage an und über den Bergen herum.

Bey den Gewittern nimmt man gemeiniglich Sturm und Regen oder Hagel wahr. Der Sturm entſtehet von der ſchnellen Abführung der Luft, auch allem Vermuthen nach durch die vom fallenden Waſſer entwickelte Luft und Dämpfe. Gewöhnlich ſind die Tropfen beym Gewitterregen groß; ſehr wahrſcheinlich geht durch Entſtehung des Blitzes eine ſehr ſchnelle Zerſetzung der Luft vor ſich, daher ſich das Waſſer in größere Tropfen vereinigen kann, als bey den gewöhnlichen ſo genannten Landregen.

Das Läuten der Glocken und das Abfeuern des Geſchützes werden jetzt als fruchtloſe Mittel gegen die Wirkung des Gewitters angeſehen, vielmehr kann den Läutenden wegen

*) Chymiſch-phyſiſche Schriften. Berlin 1780. S. 263.

der ſehr großen Ableitung des Blitzes das Gewitter gefährlich werden.

M. ſ. **Erxleben** Anfangsgründe der Naturlehre §. 749.

Gewitterableiter ſ. **Blitzableiter.**

Gewitterelektricität ſ. **Luftelektricität.**

Glas (vitrum, verre) iſt eine durchſichtige, harte, ſpröde, im Waſſer unauflösbare Materie, welche im Bruche glänzend und im Feuer ſchmelzbar iſt, ſonſt aber darin nicht weiter zerſtöret wird.

Im allgemeinen Verſtande kann man die Gläſer in **ſalzige, erdige** und **metalliſche** eintheilen, indem hierzu bloß ſalzige, erdige und metalliſche Subſtanzen gebrauchet werden können. Die bloß erdigen Gläſer, zumahl wenn ſie undurchſichtig, wenigſtens nur an den Kanten durchſcheinend ſind, heißen im Hüttenweſen auch **Schlacken.** M. ſ. **Verglaſung.**

Das **gemeine Glas** wird aus dem Zuſammenſchmelzen der feuerbeſtändigen Alkalien mit dem Sande und andern kieſelartigen Erden und Steinen erhalten. Unter allen Säuren greifet das Glas keine andere als die Flußſpathſäure an. Die Güte des Glaſes, ſeine Klarheit, Härte, Farbenloſigkeit, daß es ohne Blaſen iſt, hängen von der Reinigkeit des feuerbeſtändigen Alkali und der Kieſelerde, von ihren gehörigen Verhältniſſen gegen einander, und von einer dünnen und anhaltenden Schmelzung ab.

Das Gemenge, woraus das Glas zuſammengeſchmolzen wird, und welches aus reiner, klar gemachter Kieſelerde und etwa $\frac{3}{4}$ ſo viel Alkali, allein oder mit andern Flüſſen, beſtehet, heißt der **Einſatz,** der **Glasſatz** oder die **Fritte.** Dieſe wird in den Glasöfen in großen Tiegeln geſchmolzen, und im Feuer ſo lange erhalten, bis ſie gleichförmig und dünne genug fließt, und die herausgenommenen Glastropfen keine Blaſen mehr zeigen. Aus dieſer fließenden, reinen Glasmaſſe werden alsdann die verlangten Gefäße, vermittelſt des Blaſerohres,

rohres, geblaſen und gebildet, oder ſie wird ſonſt durch Gießen in die beliebigen Formen gebracht. Dieſe verfertigten Arbeiten werden, um die große Sprödigkeit, welche beym ſchnellen Abkühlen von der ſehr großen Spannung der Theile des Glaſes herrühret, zu verhüten, im Kühlofen wieder erhitzt und allmälig abgekühlet. Nachher werden noch die Spiegel, nachgemachte Edelgeſteine, optiſche und andere Kryſtallgläſer durch Maſchinen geſchliffen oder auch mit dem Diamant geſchnitten. Kleine Arbeiten werden auch wohl vor der Lampe geblaſen.

Das gemeine grüne Glas wird aus Aſche von hartem Holze, oder von ſolchen Kräutern, welche viel Alkali enthalten, und Sande zuſammengeſchmolzen. Die weißen und feineren Kryſtallgläſer aber werden aus reinem Alkali und reinen Kieſelarten bereitet, denen die übrige grüne Farbe durch Zuſatz von etwas Braunſtein benommen wird. Zu viel Braunſtein aber färbt die Gläſer wieder röthlich. Wenn künſtliche Arbeiten aus dieſem Glaſe verfertiget werden ſollen, ſo macht man es leicht flüſſiger durch einen größern Antheil von Laugenſalz, durch Arſenik, Salpeter oder Bleykalk, wodurch es aber auch zugleich weicher und von Auflöſungsmitteln leichter angegriffen wird. Nach **Zeihers** Verſuchen wird das Glas durch Zuſatz von Bleykalk merklich ſchwerer, erhält eine größere Dichtigkeit, und eine ſtärkere die Farben zerſtreuende Kraft als das gemeine Kryſtallglas; daher es auch ſtatt des engliſchen Flintglaſes bey Verfertigung achromatiſcher Fernröhre mit Vortheil gebrauchet werden kann. M. ſ. **Flintglas, Fernröhre, achromatiſche.** Zur Verfertigung der künſtlichen Glasflüſſe und der künſtlichen Edelgeſteine bedienet man ſich einer feinen Fritte oder Straß von gewählten Stoffen, welche zur Nachahmung der natürlichen Edelgeſteine oft auch durch Zuſätze von Metallkalken gefärbt werden.

Mit welchem Vortheile das Glas und die daraus verfertigten Arbeiten im gemeinen Leben gebrauchet werden, iſt eine genugſam bekannte Sache. In der Phyſik iſt es zu

vielen beſonderen Abſichten wegen ſeiner Eigenſchaften ganz unentbehrlich. Seine Durchſichtigkeit, Undurchdringlichkeit und Unzerſtörlichkeit machen es zu Gefäßen geſchickt, worin manche Stoffe eingeſchloſſen und verſchiedene Operationen angeſtellet werden können. Vorzüglich aber iſt es wegen der Brechung des Lichtes zu den optiſchen Werkzeugen brauchbar, und bey der Elektricität iſt es insbeſondere als ein ſehr guter Nichtleiter die ſchicklichſte und beſte Maſſe.

Das Glas war in dem höchſten Alterthume ſchon bekannt. Nach **Plinius** α) ſoll es von den ägyptiſchen Kaufleuten bey einer Reiſe durch Phönicien, am Ufer des Fluſſes Belus, durch einen Zufall erfunden worden ſeyn, da ſie bey Zubereitung der Speiſen einige Stücke Natrum mit Uferſande vermengt unter ihre Dreyfüße geſetzet und durchs Feuer verglaſet gefunden hätten. Auch führen von dieſem Fluſſe Belus die Schriftſteller **Tacitus** β) und **Joſephus** γ) an, daß ſein Sand zur Bereitung des Glaſes vorzüglich geſchickt ſey. Die älteſte Glasfabrik ſoll nach Erzählung des **Plinius** zu Sidon geweſen ſeyn; in Rom aber hat man erſt zu den Zeiten des **Tiberius** Glas zu machen angefangen. Die Erfindung des Kunſtſtücks aber, das Glas biegſam und ſtreckbar zu machen, welche eben dieſer Schriftſteller anführet, iſt wohl eine Fabel. Auch ſchon **Iſidorus** δ) hält es für ein Märchen. Unter der Regierung des **Nero** erfand man endlich die Kunſt, aus einem hellen weißen Glaſe Trinkgeſchirre und andere Gefäße zu bereiten, welches eine Aehnlichkeit mit dem Bergkryſtalle hatte; man erhielt ſie aus Alexandrien, und wurden um einen ſehr hohen Preis verkaufet.

Von der Geſchichte des Glaſes handelt **Hamberger** ε), und von der Geſchichte des Glaſes bey den Hebräern **Michaelis**.

Ver-

α) Hiſtoria naturalis lib. XXXVI. cap. 26.
β) Hiſtoria lib. V.
γ) De bello Iudaico lib. II. cap. 9.
δ) Orig. XVI. 15.
ε) Commentat. ſociet. Goetting. Tom. IV.

Vortreffliche Vorſchriften von der Glasmacherkunſt oder Hyalurgie haben im ſiebenzehnten Jahrhunderte **Neri** α) und **Kunkel** β) gegeben; neuere Anweiſungen hierzu findet man beym **Halle** γ), **Hartwig** δ), **Beckmann** ε) und **Hochgeſang** ζ).

M. ſ. **Gren** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie Th. I. Halle 1797. §. 341.

Glaselektricität, poſitive oder **Plus-Elektricität** (electricitas vitrea ſ. poſitiua, électricité vitrée ou poſitive) iſt diejenige Elektricität, welche man durch Reiben mit der Hand oder mit einer andern Subſtanz auf dem platten Glaſe erregen kann. Die Glaselektricität wird der Harzelektricität entgegengeſetzet, weil ein elektriſcher Körper, welchen das geriebene Glas anzieht, in eben dem Zuſtande von der geriebenen Siegellackſtange abgeſtoßen wird. **Dü Fay**, welcher den Unterſchied der Elektricität des geriebenen Glaſes und des Harzes bemerkte, führte dieſe Nahmen Glaselektricität und Harzelektricität ein. Es ſind dieß aber unſchickliche Benennungen, weil unter gewiſſen Umſtänden das Glas und das Harz bald die eine, bald die andere Art der Elektricität erhalten kann. Statt dieſer Ausdrücke wählte **Franklin** die Nahmen Plus- und Minuselektricität oder poſitive und negative Elektricität ein. Auf eine bequeme Art bezeichnet ſie Herr **Lichtenberg** mit + E und — E. M. ſ. den Artikel **Elektricität**.

Glasgeräthſchaft, parkerſche, ſ. **parkerſche Maſchine**.

Glaslinſen ſ. **Linſengläſer**.

α) De arte vitriaria lib. VII. et in eosdem *Chph Meretti* obſeruat. Amſt. 1681. 12.

β) Ars vitriaria experimentalis, oder vollkommene Glasmacherkunſt. Frankf. 1689. 4. Nürnberg 1756. 4.

γ) Der Glasarbeiter in der Werkſtätte der heutigen Künſte. Brand. und Leipzig 1761. 4. B. III. S. 141 — 158.

δ) Die Glashütte, in Sprengels Handwerken in Tabellen. Samml. X. Berlin 1773. S. 274 — 309.

ε) Anleitung zur Technologie. Götting. 1787. 8. S. 240. 254.

ζ) Hiſtoriſche Nachricht von Verfertigung des Glaſes. Gotha 1780. 8.

Glasmeſſer (vitrometrum, vitromètre) iſt ein Werkzeug, die Brechungs- und Zerſtreuungskraft jeder Gattung Glaſes zu beſtimmen. Herr **Boscowich** *) hat unter dieſem Nahmen ein Werkzeug angegeben. Es beſteht in ſeiner Zuſammenſetzung aus einem halbprismatiſchen Gefäß, mit einem veränderlich brechenden Winkel, welches mit Waſſer angefüllet wird, und in welches ein Prisma von der Glasart, die man unterſuchen will, gethan wird. Aus dem Winkel des erſten Prisma, wenn der Gegenſtand durch beyde ohne Farben geſehen wird, wird die Brechungs- und Zerſtreuungskraft des Glaſes geſchloſſen. Die Reſultate verſchiedener damit angeſtellter Verſuche erzählet Herr **Klügel** β).

Die Figur (fig. 84.) amnl ſtellet einen ſenkrechten Schnitt eines prismatiſchen ſo geſtellten Gefäßes vor, daß der Boden mn eigentlich eine Seitenfläche des Prisma iſt, mit deſſen Grundflächen die Ebene des Schnitts amnl parallel liegt. Die Seitenfläche nl iſt mit dem Boden mn ſo verbunden, daß ſie um n beweglich iſt, und dabey doch in jeder Lage gegen mn beſeſtiget werden kann; auch hat eben dieſe, ſo wie die gegenüberſtehende Seitenfläche am eine viereckige Oeffnung, die durch eine ebene Glasplatte geſchloſſen iſt, um das Licht durchzulaſſen. Die bewegliche Seitenfläche iſt noch überdem mit beſonders zubereitetem Leder ſo verſehen, daß in dem Gefäße Waſſer aufbehalten werden kann. Das Glasprisma akm, was man unterſuchen will, wird hiernächſt hart an die gläſerne Platte der unbeweglichen Seite am angelegt, ſo hat man ein aus Glas und Waſſer zuſammengeſetztes Prisma.

Man verlängere ak und am bis b und c, wo ſie ln ſchneiden, ſo iſt cab der brechende Winkel des Glasprisma, abl der brechende Winkel des Waſſerprisma, und der Winkel des Glasmeſſers acl = abl — bac. Ob es nun

*) Diſſertationes quinque ad dioptricam pertinentes. Vindob. 1767. in der erſt. diſſert.

β) Analytiſche Dioptrik Th. 2. §. 313. u. f.

nun gleich an ſich gleichgültig iſt, unter welchem Winkel ein Lichtſtrahl, wie de, mit der Fläche am aufgefangen wird, ſo iſt es doch am bequemſten, wenn man den Strahl horizontal in das finſtere Zimmer leitet, und auf am ſenkrecht fallen läßt. Hierzu hat **Boscowich** eine dienliche Vorrichtung angegeben. Der ſenkrecht auffallende Strahl de geht ungebrochen durch nach f, wird daſelbſt im Waſſer nach fo gebrochen, und geht in o nach oq beym Uebergange in die Luft. Das Brechungsverhältniß einer gewiſſen Art Strahlen ſey im Glaſe $= \alpha : 1$, im Waſſer $= \beta : 1$. Wenn alsdann die Winkel ſo klein bleiben, daß ſie mit ihren Sinus beynahe proportional ſind, ſo iſt der Winkel gqr, um welchen der Strahl von ſeiner erſten Richtung abgelenket wird $= (\alpha - 1)\ bac - (\beta - 1)\ abl$. Verſchwindet dieſer Winkel, ſo iſt $bac : abr = \beta - 1 : \alpha - 1$. M. ſ. **Farbenzerſtreuung**.

Glastropfen, Glasthränen, Springgläſer (lacrymae vitreae, larmes bataviques, larmes de verre). Wenn ein flüſſiger Glastropfen in kaltes Waſſer fällt, ſo nimmt er die Form eines ovalrunden Körpers an, welcher ſich in einen langen, dünnen Schwanz endiget, und in dieſem feſten Zuſtande den Nahmen eines **Glastropfens** erhält. Die beſondere Eigenſchaft, welche der Glastropfen beſitzet, iſt die: wenn man auf den ovalrunden Theil mit einem Hammer ſchlägt, oder auch denſelben abſchleifet, ſo zerbricht er nicht; ſo bald man aber den Schwanz abbricht, ſo zerfällt der ganze Glastropfen in einen feinen Staub.

Weil gewöhnlich in den Glastropfen inwendig kleine, eingeſchloſſene Luftbläschen enthalten ſind, ſo haben verſchiedene dafür gehalten, daß dieſe Luftbläschen vermöge ihrer zuſammengepreßten Elaſticität Urſache des Zerſpringens wären; allein da man die Tropfen bis zu den Luftbläschen abſchleifen kann, ohne ſie zu zerſprengen, und auch diejenigen Glastropfen, welche gar keine Luftbläschen beſitzen, eben dieſelbe Wirkung äußern, ſo kann auch unmöglich dieß die Urſache

dieſer Erſcheinung ſeyn. Die Bläschen ſind nach **Boſc d'Antic** *) nichts, als ein in Dämpfen aufgelöſter Glasſchaum oder Glasgalle. Auch findet die Wirkung des Zerſprengens im luftleeren Raume Statt.

Die Urſache dieſer Erſcheinung iſt vielmehr in dem plötzlichen Erkalten des Glaſes im Waſſer zu ſuchen, ſo wie bey den Springkolben (m. ſ. **bologneſer Flaſchen**), wobey die äußern Theile weit eher als die innern kalt werden, welche letztern man auch an die 6 Sekunden im Waſſer noch glühen ſiehet. Natürlich erhalten hierdurch die Theile des Tropfens eine ſehr ſtarke und ungleiche Spannung, und eine angefangene Trennung geht augenblicklich durch alle Theile fort. Dieſe Urſache haben auch ſchon **Hobbes**, **Montanari** und **Sturm** angenommen. Dieſe Meinung wird noch mehr dadurch beſtätiget, daß man den Glastropfen dieſe Eigenſchaft des Zerſpringens durch das Ausglühen auf Kohlen und allmäliges Erkalten ganz benehmen kann. Uebrigens können die Glastropfen ſo wohl vom weißen als auch vom grünen Glaſe verfertiget werden.

Wenn man einen flüſſigen Glasfaden in kaltes Waſſer gehen läßt, ſo nimmt er von ſelbſt die Geſtalt einer ſpiralförmigen Windung an. Die auf dieſe Weiſe bereiteten **Glasfäden** oder **Glaswürmer** (vermiculi vitrei) zerſpringen ebenfalls in Staub, wenn von ihnen ein Stück abgebrochen wird.

M. ſ. **Wolfs** nützliche Verſuche; dritter Theil. Halle 1747. 8. Cap. 3. **Erxleben** Anfangsgründe der Naturlehre §. 422.

Glatt (laeuis, poli). Die Oberfläche eines Körpers heißt glatt, wenn auf ſelbiger keine Erhabenheiten und Vertiefungen anzutreffen ſind. In der Natur findet man keine völlig glatten Oberflächen, ſelbſt in den polirten Flächen der beſten Glas- und Metallſpiegel, auf welchen wir mit bloßen Augen und durchs Gefühl keine erhabenen Theile wahrnehmen, entdeckt man durchs Mikroſkop Erhabenheiten und

*) Mémoir. préſentés à l'Acad. de Paris T. IV.

und Vertiefungen. Der von Natur glätteſte Körper iſt wohl das Eis, ſonſt kann man aber auch durch Kunſt vermittelſt des Schleifens und des Polirens ſehr glatte Oberflächen an verſchiedenen Körpern zu Wege bringen, z. B. am Glas, Marmor, Metall u. dergl. Durch die Glätte der Körper wird die Reibung derſelben aneinander gar ſehr vermindert. M. ſ. **Reibung**. Uebrigens wird dem Glatten das Rauhe entgegengeſetzet. M. ſ. **Rauh**.

Glatteis (glacies tenuis corporum ſuperficies obducens, verglas). Wenn nach einer langen anhaltenden Kälte gelinde Witterung einfällt, ſo bleiben die ſteinernen Mauern, das Steinpflaſter und dergleichen Körper noch eine Zeitlang kälter als die atmoſphäriſche Luft; die in der Luft zerſetzten Dünſte legen ſich nun an dieſe kalten Körper an und gefrieren; dadurch entſtehet eben eine dünne Eisrinde, welche das **Glatteis** genannt wird. Selbſt der Regen, welcher bey der Temperatur des Aufthauungspunktes auf ſolche kältere Körper auffällt, bildet auf ſelbigen eine Eisrinde, oder Glatteis.

Gleichförmig (vniformis, vniforme). Gleichförmig nennt man dasjenige, was ſo vertheilet iſt, daß auf jeden gleich großen Theil gleichviel kömmt. So heißt ein Körper nach der atomiſtiſchen Lehre von gleichförmiger Dichtigkeit, welcher in gleich großen Theilen gleich viel Materie enthält; nach dem dynamiſchen Syſtem hingegen, wenn er in allen Theilen einen gleichen Grad der Erfüllung des Raumes von beſtimmtem Inhalte beſitzet; eine Bewegung heißt gleichförmig, wenn ein jeder Theil des Weges mit gleicher Geſchwindigkeit beſchrieben, oder in jedem Zeittheile gleich vieler Raum zurückgeleget wird u. ſ. f. Dem Gleichförmigen wird das Ungleichförmige entgegengeſetzet.

Gleichgewicht (aequilibrium, équilibre) heißt der Zuſtand der Ruhe, welcher erfolget, wenn zwey oder mehrere Kräfte nach verſchiedenen einander entgegengeſetzten Richtungen ſo auf einander wirken, daß gar keine Bewegung erfolgen kann. Wenn die Schaalen einer Kramerwage mit

gleich großen Gewichten beſchweret ſind, ſo will das eine Gewicht mit dem einen Arm des Wagebalkens herabſinken, das andere Gewicht hingegen will mit gleicher Kraft dieſen Arm aufwärts treiben. Beyde Beſtrebungen heben ſich alſo gegen einander auf, und der Wagebalken bleibt in Ruhe. Dieſer Zuſtand heißt das **Gleichgewicht** der Kräfte. Die Lehre vom Gleichgewichte der Kräfte, welche auf feſte Körper wirken, heißt die **Statik**: die vom Gleichgewichte ſolcher Kräfte aber, die auf unelaſtiſche, flüſſige Körper wirken, die **Hydroſtatik**.

Der Grundſatz, worauf alles Uebrige in der Statik gebauet wird, iſt dieſer: **wenn zwey gleich große Kräfte zu gleicher Zeit auf einen Körper nach gerade entgegengeſetzten Richtungen wirken, ſo muß der Körper ruhen, oder jene beyden Kräfte ſind im Gleichgewichte.** Denn beyden Kräften zugleich kann der Körper nicht folgen; es iſt aber auch kein Grund vorhanden, warum er der einen Kraft mehr als der andern folgen ſollte.

Wenn mehr als zwey Kräfte auf einen Körper wirken, ſo laſſen ſich zwey derſelben nach den Geſetzen der Zuſammenſetzung der Kräfte in eine einzige zuſammenbringen, welche nun eine andere Größe und Richtung hat. M. ſ. **Zuſammenſetzung der Kräfte.** Setzt man dieſe mit einer dritten Kraft zuſammen, ſo erhält man abermahls eine neue, welche man als die Summe aller drey zuſammengeſetzten annehmen kann; dieſe läßt ſich mit der vierten zuſammenſetzen u. ſ. f., bis zuletzt nur noch eine einzige übrig iſt. Wenn nun dieſe der Summe aller übrigen zuſammengeſetzten gleich und entgegengeſetzet wird, ſo ſind alle Kräfte unter ſich im Gleichgewichte, und der Körper muß ruhen.

Man nehme an, der Körper (fig. 85.) c werde nach den Richtungen ca, cd und ce von drey Kräften gezogen, welche ſich wie die Linien ca, cd und ce verhalten. Die beyden Kräfte nach den Richtungen ca und cd ſetze man zuſammen, indem man ab mit cd und bd mit ca parallel ziehet, ſo wird die Diagonale cb des Parallelogramms

acdb

acdb die Größe der mittleren Kraſt anzeigen, welche aus den beyden Seitenkräften nach den Richtungen ca und cd zuſammengeſetzet iſt. Wenn nun die einzige Kraft nach der Richtung ce der mittleren nach der Richtung cb vollkommen gleich, und jene dieſer gerade entgegengeſetzet iſt, ſo muß der Körper c in Ruhe bleiben, weil die dritte Kraft nach der Richtung ce das vermag, was die beyden übrigen Kräfte zuſammen nach den Richtungen ca und cd vermögen. Es wird alſo hier ce = cb ſeyn, und ce mit cb in gerader Linie liegen müſſen; hieraus folgt, daß die drey Seitenlinien des Dreyecks bcd mit den Richtungen der drey Kräfte gleichlaufend ſind: denn db iſt mit ca parallel, cd iſt die Richtung der andern Kraft ſelbſt, und cb liegt mit ce in gerader Linie. Auch ſind die drey Seitenlinien des Dreyecks bcd den Linien ca, cd und ce gleich, und verhalten ſich daher wie die Kräfte ſelbſt. Daraus ergibt ſich demnach das Geſetz des Gleichgewichtes für drey Kräfte: **wenn drey Kräfte zu gleicher Zeit auf einen Körper ſo wirken, daß ſie ſich wie drey mit den Richtungen der Kräfte parallelen Seitenlinien eines Dreyecks verhalten, ſo muß der Körper ruhen.** Dieſer Satz wurde von **Simon Stevin** [α]) entdeckt und von **Varignon** [β]) zum allgemeinen Grundſatz der Statik angenommen. Allein zum Grundſatze iſt er ſo evident nicht, vielmehr iſt er eine Folge aus der Lehre von der Zuſammenſetzung der Kräfte.

Aus dem einzigen Grundſatze des Gleichgewichtes von zwey Kräften laſſen ſich alle Geſetze des Gleichgewichtes feſter Körper am Hebel, und ſelbſt flüſſiger Körper unter einander, ſo wie feſter Körper mit flüſſigen herleiten. Was die Geſetze des Gleichgewichtes feſter Körper am Hebel, und flüſſiger Körper unter einander ſelbſt betrifft, ſo ſollen dieſe unter den Artikeln **Hebel** und **Röhren, communicirende,** abgehandelt werden. Die Geſetze des Gleichgewichtes feſter Körper

α) Beghinſelen der Weghkonſt. Amſterd. 1596. 4.
β) Nouvelle mécanique ou ſtatique. à Paris 1725. 4.

Körper mit flüſſigen aber ſollen in dieſem Artikel einer Betrachtung unterworfen werden.

Wenn ein ſpecifiſch ſchwererer feſter Körper in eine leichtere Flüſſigkeit eingetauchet wird, ſo muß er auch in ſelbiger unterſinken. Denn durch den Druck des ſchwereren Körpers erhalten diejenigen Waſſertheilchen, auf welche er gebracht wird, auch einen ſtärkern Druck nach unten, als ſie unter ſich hatten, da die Flüſſigkeit im Gleichgewicht war. Wegen der großen Verſchiebbarkeit der flüſſigen Theile werden nun diejenigen, welche einen ſtärkern Druck erhalten haben, die angrenzenden fortbewegen, und dadurch verurſachen, daß das Waſſer zur Seite in die Höhe ſteigen muß, um das geſtörte Gleichgewicht herzuſtellen. Da aber der ſchwerere Körper immer noch einen größeren Druck gegen die Flüſſigkeit ausübet, ſo kann auch dieſes Gleichgewicht nicht beſtehen, und das Waſſer muß immer zur Seite höher treten, je tiefer der Körper ſich eintauchet, bis der feſte ſchwerere Körper zum Boden hinabgeſunken iſt. Alsdann erſt wird ſich das Gleichgewicht des Waſſers wieder herſtellen, folglich auf der Oberfläche eine völlige Ebene bilden.

Man ſtelle ſich vor, daß der Raum, welchen der feſte Körper im Waſſer einnimmt, ebenfalls mit Waſſer angefüllet ſey, ſo leidet ein jedes Element der eingebildeten Grenze von innen einen Druck, welcher dem Gewichte einer geraden Waſſerſäule gleich iſt, deren Grundfläche ſo groß als das Element iſt, und deren Höhe die Entfernung des Elements von der Oberfläche des Waſſers iſt. M. ſ. **Druck.** Wenn alſo ein feſter Körper im Waſſer eingetauchet worden, ſo wird jedes Elementartheilchen ſeiner Oberfläche eben ſo ſtark von außen nach innen gedrückt, als es von innen nach außen gedrückt würde, indem der vom äußern Waſſer gegen dieſes Element herrührende Druck eben dieſem Gewichte der geraden Waſſerſäule gleich iſt. Weil ſich nun der äußere gegen ein jedes Elementartheilchen

chen der Oberfläche vom Waſſer herrührende ſenkrechte Druck in einen horizontalen und vertikalen zerlegen läßt; alle horizontale Preſſungen aber aufgehoben werden, ſo entſteht bloß ein Druck von oben nach unten, welcher dem ganzen Gewichte des Körpers gleich iſt. Der Erfolg würde der nämliche ſeyn, wenn der Raum, welchen der feſte Körper einnimmt, mit Waſſer ausgefüllet wäre. Es muß folglich der Druck, womit das Waſſer den Körper in die Höhe zu treiben ſtrebet, ſo groß als das Gewicht des Körpers ſeyn, und weil alles einerley bleibet, der Raum mag mit Waſſer oder mit etwas Feſten angefüllet ſeyn, ſo leidet auch der feſte Körper eben den Druck. Wenn demnach ein feſter Körper von ſchwererer Art, als das Waſſer iſt, in dieſem zu Boden ſinkt, ſo wird es auch mit einem geringern Gewichte, als ſein abſolutes Gewicht beträgt, ſinken müſſen. Iſt nämlich das Gewicht des feſten Körpers $= q$, und das Gewicht einer eben ſo großen Menge Waſſers $= m$, ſo wird der feſte Körper mit dem Gewichte $q - m$ niederſinken, und mit einer ſolchen Kraft wieder im Waſſer erhalten werden können. Man nennt eben dieß Gewicht, womit der ſchwere Körper in der flüſſigen Materie niederſinkt, ſein reſpektives Gewicht.

Hieraus folgt, daß ſchwere feſte Körper von gleichem Volumen gleichviel von ihrem abſoluten Gewichte im Waſſer verlieren, ihr reſpektives Gewicht mag einerley oder verſchieden ſeyn. So verlieret ein Cubikzoll Bley eben ſo viel von ſeinem abſoluten Gewichte als ein Cubikzoll Zinn; aber die reſpektiven Gewichte werden verſchieden ſeyn. Solche ſchwere feſte Körper hingegen, welche von ungleichem Umfange ſind, und gleiches abſolutes Gewicht beſitzen, verlieren im Waſſer ungleich viel; derjenige nämlich, welcher einen größern Umfang, folglich ein ſpecifiſch geringerrs Gewicht hat, verlieret mehr von ſeinem abſoluten Gewichte, als welcher das ſchwerere beſitzet.

Wenn

Wenn ein und der nämliche Körper in verſchiedenen Flüſſigkeiten von verſchiedenem ſpecifiſchen Gewichte eingetauchet wird, ſo verlieret er auch in ſelbigen von ſeinem abſoluten Gewichte ungleich viel; er verlieret nämlich in der ſchwereren flüſſigen Materie mehr als in der leichtern, daher wird er auch mit ungleichem reſpektiven Gewichte in ſelbigen ſinken. So verliert ein Würfel von Bley in der Milch mehr, als im Waſſer.

Ein feſter Körper alſo, welcher mit einer flüſſigen Materie ein gleiches ſpecifiſches Gewicht hat, verlieret in ſelbiger ſein ganzes abſolutes Gewicht; mithin verſchwindet ſein reſpektives Gewicht oder iſt = o, und muß daher in einer jeden Lage, wohin der Körper in der flüſſigen Materie hingebracht wird, ruhig bleiben. Ein feſter Körper aber, welcher weniger wiegt, als eine eben ſo große Menge Waſſers, ſinkt nur ſo weit hinein, bis der eingetauchte Theil dem körperlichen Raume nach ſo groß iſt, als eine Menge vom Waſſer, deſſen Gewicht dem Gewichte des ganzen feſten Körpers gleich iſt. Denn das Waſſer ſtrebt den feſten Körper, ſo weit er in ſelbigem eingetauchet iſt, mit einer Kraft aufwärts zu treiben, welche dem Gewichte einer eben ſo großen Menge Waſſers gleich iſt, als der Raum des eingetauchten Theils beträgt. Weil nun der Körper mit ſeinem ganzen Gewichte ſinken will, ſo kann das Gleichgewicht nicht anders Statt finden, als wenn das Gewicht derjenigen Menge vom Waſſer, welche mit dem eingetauchten Theile des feſten Körpers einerley Raum einnimmt, dem ganzen Gewichte des feſten Körpers gleich iſt.

In verſchiedenen flüſſigen Materien von verſchiedenem ſpecifiſchen Gewichte muß ſich einerley feſter Körper auf verſchiedene Tiefen eintauchen; er muß nämlich deſto tiefer ſinken, je ſpecifiſch leichter die Materie iſt, deſto weniger tief aber, je ſpecifiſch ſchwerer die flüſſige Materie iſt. Auch wenn

wenn in einerley flüſſigen Materien feſte Körper von verſchiedenem ſpecifiſchen Gewichte eingetauchet werden, ſo muß der ſpecifiſch ſchwerere tiefer ſinken, als der ſpecifiſch leichtere. So werden gleich große Würfel von verſchiedenen Holzarten im Waſſer ungleich tief ſich eintauchen; auch wird ſich ein einziger ſolcher Würfel in verſchiedenen flüſſigen Materien verſchiedentlich eintauchen. M. ſ. **Schwimmen.**

Anwendungen von dieſen Sätzen, zur Beſtimmung der ſpecifiſchen Gewichte feſter und flüſſiger Körper, findet man unter dem Artikel **Schwere, ſpecifiſche.** Von dem Werkzeuge, welches hierzu gebrauchet wird, unter dem Artikel **Wage, hydroſtatiſche.**

Die Sätze vom Gleichgewichte feſter Körper mit flüſſigen, ſind Erfindungen des **Archimedes** *), von denen **Vitruv** β) die bekannte Fabel erzählet, daß er den Betrug des Goldſchmides, welcher dem Könige **Hiero** von Syrakus eine goldene Krone gemacht, und Statt Gold, Silber zugeſetzet hatte, durch das Nachdenken über das Lichterwerden ſeines Körpers im Waſſer, wodurch er auf die Erfindung der hydroſtatiſchen Probe geleitet wurde, entdecket habe, und daß er für Freuden über dieſe Entdeckung nackend aus dem Bade mit Geſchrey geſprungen ſey. Obgleich dieſe Erzählung fabelhaft ſeyn mag, ſo kann doch die Erfindung ſelbſt vom Archimedes gemacht worden ſeyn, wiewohl ſeine angeführten Bücher nur von ſchwimmenden, nicht von unterſinkenden Körpern handeln.

Gleichung der Bahn ſ. **Anomalie.**

Gleichung der Zeit, Zeitgleichung (aequatio temporis, équation du tems, équation de l'horologe) iſt der Unterſchied zwiſchen der wahren und mittleren Sonnenzeit. M. ſ. **Sonnenzeit.**

Weil

*) Περι των οχουμενων βιβλ. β. ſ. de inſidentibus humido libri II. in opp. per Dauid. Riualtum. Paris 1615. fol. p. 487.

β) De architectura. lib. IX. c. 3.

Weil das ganze Jahr hindurch die wahren Sonnentage unter einander, mithin auch die Stunden und die übrigen Theile der wahren Sonnenzeit ungleich groß ſind, ſo iſt es auch unmöglich, daß Uhren, deren größter Vorzug in einem gleichförmigen Gange beſtehet, wahre Sonnenzeit anzeigen können. Das Mittel aus der größten und kleinſten Bewegung der Sonne im Jahre iſt genau 59 Minuten und 12 Sekunden im Aequator gerechnet. Daher nennt man auch die Zeit, binnen welcher der Aequator und dieſe 59 Minuten und 12 Sekunden oder 360° 59′ 12″ durch den Meridian gehen, einen mittleren Sonnentag, und deſſen 24 Theil eine mittlere Sonnenſtunde, in welcher folglich 15° 2′ 28″ des Aequators durch den Meridian geſchoben werden. Die Einführung dieſer mittleren Sonnenzeit iſt demnach ein Mittel, woran man die immer gleichen Stunden der Uhren binden kann. Man ſtellt ſich nämlich vor, daß eine eingebildete Sonne täglich um 59′ 12″ von Abend gegen Morgen fortrücke, und auf dieſe Weiſe ihren jährlichen Umlauf um den ganzen Himmel in eben der Zeit, wie die wahre Sonne, vollendet. Weil nun die wahre Sonne nach dem längſten Tage mitten im Sommer täglich einen Weg von 57 Minuten und 12 Sekunden zurückleget, und von dieſer Zeit an von Tag zu Tage in ihrer Geſchwindigkeit zunimmt, bis ſie bald nach dem kürzeſten Tage täglich um 1 Grad 1 Minute und 12 Sekunden in ihrer Bahn fortgehet, hierauf aber beſtändig in umgekehrter Ordnung wieder abnimmt, ſo ſieht man leicht, daß die erdichtete Sonne bey einem täglichen Umlaufe den Mittagskreis zu gewiſſen Zeiten früher, zu andern ſpäter, als die wahre Sonne, bisweilen aber auch zugleich mit der letztern erreichen werde. Es wird daher die erdichtete Sonne in dem Augenblicke des Durchganges durch den Mittagskreis den mittleren Mittag beſtimmen, welchen die aſtronomiſchen Uhren zeigen ſollen, ſo wie der Augenblick des Durchganges der wahren Sonne durch den Mittagskreis den Mittag angibt, welchen die Sonnenuhren zeigen. Der Unterſchied zwiſchen beyden, oder die Zeitgleichung, gibt alſo zu-

gleich

gleich an, wie viel die aſtronomiſchen Uhren zu Mittage eines jeden Tages von den Sonnenuhren abweichen ſollen.

Es ſey (fig. 86.) elf der Aequator, und cid die Ecliptik, g der wahre und i der mittlere Ort der Sonne in der Ecliptik, und m der Frühlingspunkt, mithin agk der Deklinationskreis der Sonne, und km die wahre Rectaſcenſion derſelben. Man nehme nun auf den Aequator den Bogen mg = mh und ml = mi, ſo erhellet, daß lk das Maß des Stundenwinkels ſey, um welchen die in g befindliche wahre Sonne von dem Mittagskreiſe entfernet iſt, wenn ihr mittlerer Ort l im Aequator in den Meridian kömmt. Wenn man demnach für dieſen Stundenwinkel die mittlere Sonnenzeit ſucht, 15° für 1 Stunde gerechnet, ſo ergibt ſich die Zeitgleichung. Es kann dieſe im Februar und November bis auf 15 Minuten Zeit gehen, aber viermahl im Jahre, nämlich am 15ten Aprill, 15ten Juni, 31ten Auguſt und 24ten Decemb. iſt ſie = 0; mithin culminiren an dieſem Tage die wahre Sonne und ihr mittlerer Ort im Aequator zugleich, und es iſt alsdann die wahre Zeit der Sonne mit der mittleren Zeit gleich.

Folgende Tafel enthält die Zeitgleichung von 10 zu 10 Tagen durchs ganze Jahr hindurch, oder ſie zeigt, was eine nach der mittleren Sonnenzeit abgetheilte und richtig gehende Uhr zeigen muß, wenn die wahre Sonne um 12 Uhr Mittags im Meridian ſteht.

Jan.	1	12 Uhr	4 Min.	Jul.	10	12 Uhr	5 Min.
	11	12 —	8 —		20	12 —	6 —
	21	12 —	12 —		30	12 —	6 —
	31	12 —	14 —	Aug.	9	12 —	5 —
Febr.	10	12 —	15 —		19	12 —	3 —
	20	12 —	14 —		29	12 —	1 —
März	2	12 —	12 —	Sept.	8	11 —	58 —
	12	12 —	10 —		18	11 —	54 —
	22	12 —	7 —		28	11 —	51 —
Aprill	1	12 —	4 —	Oct.	8	11 —	48 —
	11	12 —	1 —		18	11 —	45 —
	21	11 —	58 —		28	11 —	44 —
May	1	11 —	57 —	Nov.	7	11 —	44 —
	11	11 —	56 —		17	11 —	45 —
	21	11 —	56 —		27	11 —	48 —
	31	11 —	57 —	Dec.	7	11 —	52 —
Jun.	10	11 —	59 —		17	11 —	57 —
	20	12 —	1 —		27	12 —	2 —
	30	12 —	3 —				

Genauer geben dieß die Ephemeriden und aſtronomiſchen Kalender an. Im aſtronomiſchen Jahrbuche des Herrn Bode findet man in der dritten Columne der erſten Seite unter der Aufſchrift: mittlere Zeit im wahren Mittage, dieſe Angabe bis auf Zehntel der Sekunde für alle Tage des Jahres.

Die Stadtuhren, Zimmer- und Taſchenuhren, welche ſich nach der Sonne oder bürgerlichen Zeit richten ſollen, müſſen täglich entweder nach einer Sonnenuhr, oder nach einer richtigen aſtronomiſchen Uhr geſtellet werden, da nämlich letztere die mittlere Zeit angibt. Daraus ſieht man, daß die Tafel der Zeitgleichung ſelbſt beym Stellen der gemeinen Uhren nothwendig iſt.

M. ſ. Bode Erläuterung der Sternkunde §. 184.

Glockenſpiel, elektriſches (carillon électrique) iſt eine eigene Einrichtung verſchiedener unter einander verbundener Metallglocken, an welche Klöppel durch die elektriſche Anziehung anſchlagen. Am einfachſten wird dieſe Einrich-

tung ſo gemacht: an dem meſſingenen Gehenke (fig. 87.) b, welches an den Conduktor der Elektriſirmaſchine angehängt werden kann, befinden ſich die zwey, an meſſingenen Kettchen hängenden Glocken c und e; eine dritte Glocke d aber mit den beyden zwiſchen den drey Glocken befindlichen Klöppeln hängen an ſeidenen Fäden. Aus der Höhlung der Glocke d geht eine meſſingene Kette hervor, welche auf den Tiſch fällt, und eine ſeidene Schnur f an ihrem Ende hat. Wird alsdann der Conduktor durch die Elektriſirmaſchine elektriſiret, ſo wird das Glockenſpiel ſo lange läuten, als es elektriſiret bleibt.

Die zwey Glocken c und e, welche an meſſingenen Ketten hängen, werden zuerſt elektriſiret, ziehen daher die Klöppel an, theilen ihnen einige Elektricität mit, und ſtoßen ſie an die unelektriſirten Glocken d zurück, an welche ſie ihre Elektricität wieder abgeben, und nun von neuem an die Glocken c und e zurückgehen, von welchen ſie wiederum neue Elektricität erhalten u. ſ. w. Wenn man mit der ſeidenen Schnur f die Kette der mittleren Glocke d vom Tiſche aufhebet, ſo werden die Glocken zwar noch einige Zeit läuten, aber bald ſtill ſtehen, weil nun die Glocke d iſoliret iſt, und daher bald eben ſo ſtark als jede der beyden andern Glocken elektriſiret wird, daß alſo die Klöppel ihre von den Glocken c und e erhaltene Elektricität nicht an ſie abgeben können, und folglich ſtill ſtehen müſſen.

Es kann dieſe Einrichtung auf mancherley Art geändert werden. So kann man z. B. eine ganze Reihe von Glocken anordnen, dieſelben in Form eines Kreiſes ſtellen u. ſ. f. Verſchiedene dergleichen Abänderungen beſchreibet **Adams** *).

M. ſ. **Cavallo** vollſtändige Abhandlung der Lehre der Elektricität. Leipzig 1797. 8. B. I. S. 282.

Glühen (candere, excandeſcere, rougir) heißt eine ſo ſtarke Erhitzung eines Körpers, daß er leuchtet. Hierbey wird nun der Körper entweder wirklich zerſetzt, oder er geht in den vorigen Zuſtand zurück, wenn die zum Glühen nöthige Wärme ihm wieder entzogen wird. Im erſtern Falle iſt das

*) Verſuch über die Elektricität. Leipz. 1785. gr. 8. 24. Verſ. S. 36.

Glühen eine wahre Verbrennung, wie z. B. beym Glühen der Kohlen, des Eiſens u. ſ. f. Hierbey läßt ſich auch allemahl eine ſichtbare Flamme durchs Anblaſen und andere Mittel zu Wege bringen. M. ſ. **Flamme.** Im zweyten Falle hingegen iſt das Glühen nur mitgetheilet. Wenn ein ſolcher glühender Körper aus dem Feuer entfernet wird, ſo höret ſein Glühen nicht ſogleich auf; er behält vielmehr die leuchtende Hitze eine merkliche Zeit fort, und zwar mit veränderter Art des ausſtrömenden Lichtes, wie man dieß am deutlichſten erkennen kann, wenn man das Leuchten an einem dunkeln Orte beobachtet. Beym allmäligen Erkalten gehet er vom Weißglühen bis zum dunkeln Rothglühen alle mögliche Lichtfarben hindurch. Aus dieſer Erfahrung erhellet hinlänglich, daß die Wärmematerie die Materie des Körpers afficire, und daß ſie nicht nach der gewöhnlichen atomiſtiſchen Vorſtellung bloß in die Poren eindringe, und durch ſelbige hindurchgehe; denn ſonſt müßte das Glühen des Körpers nach Entfernung deſſelben von dem Feuer ſogleich aufhören. Wahrſcheinlich iſt die Wärmematerie mit der Materie des Körpers nicht chemiſch, ſondern nur mechaniſch verbunden.

Zum Glühen der Körper iſt ein gewiſſer Grad der Hitze erforderlich, welcher bey manchen Körpern größer, bey andern aber geringer iſt, als der zum Schmelzen derſelben. So ſchmelzen z. B. Zinn und Bley, ehe ſie glühen, Eiſen hingegen glühet, ehe es ſchmelzet. Das Rothglühen erfordert keine ſo große Hitze, als das Weißglühen, bey welchem letztern alle Farben in Bewegung geſetzet werden. Der Grad der Hitze, welcher zum Glühen verbrennlicher Körper erforderlich iſt, ſcheint nach neuern Verſuchen der 650ſte nach Fahrenheit zu ſeyn. Wenigſtens hat Herr **de Lüc** ſeinen Entzündungspunkt hierher geſetzet, und **Kraft** hat lange vorher ſchon bemerkt, daß bey dieſem Grade das vorher glühende Eiſen im Dunkeln zu leuchten aufhöre.

Gold (aurum, or) iſt ein edles Metall, von Farbe gelb, weich, außerordentlich dehnbar, beſitzet wenig Elaſticität,

cität, gibt keinen Klang, hat keinen Geruch, und keinen Geſchmack. Die Alchymiſten nannten es die **Sonne** oder den **König** der Metalle, und bezeichneten es daher auch mit ☉. Nach der reinen Platina iſt das Gold das dichteſte unter allen bekannten Materien, und das ſpecifiſche Gewicht des reinſten Goldes iſt im Verhältniß mit dem Waſſer = 19,649. Seine Feſtigkeit iſt ſehr groß, wird aber doch von einigen Metallen übertroffen. Nach Verſuchen, welche **Muſſchenbroek** anſtellte, konnte eine Goldſtange von $\frac{1}{10}$ rheinländ. Zoll Dicke 500 Pfund tragen; und nach **Sickings** Verſuchen zerriß ein Goldfaden von $\frac{3}{10}$ Linien Dicke und 2 Fuß Länge von 16 Pfund, 9 Unzen, 4 Quentchen, und 60 Gran franzöſ. medic. Gewicht, und nach ſieben andern Verſuchen von 16 Pfund, 6 Unzen, 4 $\frac{3}{7}$ Gran. Die Dehnbarkeit des Goldes übertrifft die aller andern bekannten Metalle, und iſt erſtaunlich groß, worüber vorzüglich der Herr von Reaumür vielfältige Verſuche angeſtellet hat. M. ſ. den Artikel **Dehnbarkeit**. Das Waſſer und die Luft haben gar keine Wirkung auf das Gold, und es verlieret in der Luft ſeinen Glanz nie und roſtet nicht. Zwar können es fremdartige Dinge in der Luft unſcheinbar machen, es iſt dieß aber bloß Schmutz und kein Roſt.

In dem gewöhnlichſten auch ſtärkſten Kohlenfeuer iſt das Gold beſtändig; zum Schmelzen erfordert es die anfangende Weißglühehitze, welche man auf 1300 Grad nach Fahrenheit ſchätzt, und fließt dann mit einer ſchönen meergrünen Farbe auf der Oberfläche. Hierbey ſteigt nichts vom Rauch aus ihm auf, wie die Verſuche von **Kunkel**, **Robert**, **Boyle** und **Gaſſo Claväus** beweiſen, welche das Gold Monathe hindurch in einem Fluſſe im Glasofen erhielten, ohne daß das Gold in der Hitze am Gewichte oder in den übrigen Eigenſchaften verändert worden wäre. Gleichwohl aber kann doch das Gold in der Hitze ſehr großer Brennſpiegel oder Brenngläſer verflüchtiget werden. **Homberg**

berg [α]) hatte ſchon dieſe Verflüchtigung des Goldes in dem Brennpunkte des großen tſchirnhauſiſchen Brennglaſes wahrgenommen, und behauptete zugleich, das Gold in ein violettes Glas verwandelt zu haben. In den neuern Zeiten ſtellte **Macquer** [β]) dieſe Verſuche mit eben dem Brennglaſe wieder an, und fand, daß aus dem im Brennpunkte liegenden Golde ein Rauch aufſtieg, welcher eine darüber gehaltene Silberplatte augenblicklich vergoldete; daß die fließende Goldkugel in eine heftige Rotationsbewegung kam, und daß ſich auf der Oberfläche eine matte Haut zeigte, welche endlich in der Mitte eine violette Verglaſung anſetzte. Die Unterlage war Porzellanerde. Doch glaubt **Macquer**, daß man aus dieſen Verſuchen noch nicht mit Gewißheit auf die Verglasbarkeit des Goldes ſchließen könne, weil ſie in ſeinen Verſuchen von fremdartigen Theilen habe herrühren können. Auch bey dem Schmelzen des Goldes vor dem Löthrohre mit dephlogiſtiſirter Luft bemerkte Herr **Ehrmann** [γ]) die Verflüchtigung des Goldes.

Bey dem ganz langſamen Erkalten des geſchmolzenen Goldes und Geſtehen iſt es fähig, eine kryſtalliniſche Fügung anzunehmen, und zwar in kurzen vierſeitigen Pyramiden.

Unter den mineraliſchen Säuren löſet die concentrirte Salpeterſäure durch anhaltende Hitze das Gold, wiewohl nur ſehr ſchwach, auf, wie **Brandt** [δ]) erwieſen hat. **Tillet** [ε]) glaubt, daß dieſe Säure nur mechaniſch auf das Gold wirke;

α) Obſervations faites par le moyen du verre ardent p. M. *Homberg*; in mém. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1702. S. 147. überſ. in Crells chemiſch. Archiv. B. II. S. 267.

β) Chymiſches Wörterbuch Th. I. S. 466 f. 490 f. Th. II. S. 712 f.

γ) Schmelzkunſt §. 54.

δ) Neue Verſuche, die Auflöſung des Goldes im Scheidewaſſer betreffend, in den ſchwed. Abhandl. J. 1748. B. X. S. 46 f.

ε) Ueber die Wirkung der Salpeterſäure auf feines Gold, wenn man ſie lange damit kochen und beynahe ganz darüber einkochen läßt; aus d. mém. de l'Acad. roy. des ſcienc. 1780. S. 241 f. überſ. in Crells chem. Annal. 1787. B. II. S. 362 f. S. 449 f.

wirke; **Morveau** $^{\alpha}$) aber hält ihre Wirkung für chemiſch. Das eigentliche Auflöſungsmittel des Goldes iſt das bekannte **Königswaſſer** oder **Goldſcheidewaſſer** (aqua regis, eau royale). Es beſtehet dieſes aus Salzſäure und Salpeterſäure, und kann ſehr leicht durch Auflöſung des Salmiaks oder des Kochſalzes in Salpeterſäure erhalten werden. Die Auflöſung des Goldes darin iſt von Farbe ſchön gelb, und wenn das Gold nicht ſchmutzig und unrein war, vollkommen klar, ſie ſchmeckt ſehr herbe, und färbt Haut, Federn, Elfenbein u. ſ. dunkel Purpurfarben. Abgeraucht gibt ſie in der Kälte ſchöne goldgelbe, unregelmäßige Kryſtalle, welche an Farbe faſt den Topaſen gleichen. Dieſe Goldkryſtalle ſind ſalzſaures Gold (aurum muriaticum, cryſtalli ſolares, muriate d'or); ſie ſchmecken herbe und ätzend, und ziehen in der Luft Feuchtigkeit an. In der Hitze zerſchmelzen ſie, laſſen die Salzſäure fahren, und das Gold bleibt als ein gelbes Pulver zurück, welches ſich ohne Zuſatz wieder zum reguliniſchen Gold zuſammenſchmelzen läßt.

Auch wird das Gold durch die dephlogiſtiſirte Salzſäure aufgelöſet, und dieſe iſt auch ſelbſt das Menſtruum desſelben im Königswaſſer. Die Auflöſung geſchiehet ohne Aufbrauſen, und liefert beym Abdunſten und Erkalten eben die Kryſtalle als die Auflöſung im Königswaſſer. Herr **Scherer** $^{\beta}$) hat entdecket, daß wenn die dephlogiſtiſirte Salzſäure recht concentriret und waſſerfrey iſt, das hineingebrachte Blattgold ſich ſogar entzündet.

Nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme entzieht das Gold der dephlogiſtiſirten Salzſäure einen Antheil Sauerſtoff, wird dadurch Goldkalk, und dieſe wird gemeine Salzſäure, welche den Goldkalk auflöſet; ein Antheil dieſer Salzſäure entziehet der Salpeterſäure wieder Sauerſtoff, welche ſolcher Geſtalt als Salpetergas entweicht.

α) Iſt das Gold, welches kochende Salpeterſäure in ſich aufnimmt, wahrhaftig darin aufgelöſet? Aus dem nouv. mém. de l'Acad. de Dijon 1784. ſem. II. S. 133 f. überſ. in Crells chem. Annal. 1789. B. II. S. 535.

β) Grens Journal der Phyſik B. VIII. S. 375 f.

Das Gold läßt ſich in der Auflöſung durch ſehr viele Mittel, vorzüglich durch Laugenſalze, Kalkerden und andere Metalle niederſchlagen. Der durchs Ammoniak bewirkte Niederſchlag brennt bey einer trockenen Hitze, welche etwas über den Siedpunkt des Waſſers geht, von ſelbſt ab, und führet daher den Nahmen des **Knallgoldes** oder des **Plazgoldes** (aurum fulminans, puluis chryſoceraunius). Der Niederſchlag des Goldes durch reguliniſches Zinn, oder auch durch Auflöſung des Zinnes im Königswaſſer bey einer Verdünnung mit Waſſer vermiſcht, heißt **mineraliſcher Purpur, Goldpulver des Caſſius** (purpura mineralis). Dieſer Goldpurpur iſt ein Gemiſch von unvollkommenem Goldkalke und vollkommenem Zinnkalke. Aus den Erfahrungen, welche **Bergmann** und Sage mit dem Knallpulver gemacht haben, erhellet, daß das Knallgold Ammoniak enthält, und daher **ammoniakhaltiger Goldkalk** (calx auri ammoniacalis, oxidum auri ammoniacale, oxide d'or ammoniacal) genannt werden kann. Wahrſcheinlich rührt die ſo erſtaunlich knallende Wirkung vorzüglich durch die Zerſetzung des Ammoniaks her, indem ſich nämlich deſſen Waſſerſtoff mit dem Sauerſtoffe des Goldkalkes verbindet, und damit Waſſer bildet, wobey alſo das Gold wieder reguliniſch, das Azote des Ammoniaks aber frey wird, und als elaſtiſche Flüſſigkeit, als Stickgas, entweicht.

Weder der Weingeiſt, noch die Oele, noch die Aetherarten wirken auf das reguliniſche Gold. Wenn man aber in einem Glaſe auf die Auflöſung des Goldes in Säuren Aether gießt, und damit ſchüttelt, ſo zieht letzterer das Gold ſogleich aus der Säure an ſich, und begibt ſich damit als eine ſchöne klare gelbe Auflöſung auf der nun entfärbten Säure oben auf.

Das Gold geht mit allen Metallen eine Verbindung ein. Zum Ausmünzen und zu andern Arbeiten wird es mit Silber, oder Silber und Kupfer, zu Vergoldungen und zur Gewinnung aus den Erzen mit Queckſilber, zur Reinigung

von fremden Beymiſchungen mit Bley und Spießglaskönig verbunden. Durch alle dieſe Vermiſchungen verliert das Gold von ſeiner Geſchmeidigkeit, und kann vom Silber nicht anders geſchieden werden, als durch Hülfe der Säuren oder des Schwefels; von den übrigen Metallen wird es durch Verſchlackung derſelben mit Bley, Salpeter oder Spießglas gereiniget, wobey das Gold unzerſtört zurückbleibt.

Das Gold wird meiſtentheils gediegen gefunden; indeſſen trifft man es auch vererzt an. So findet man es mit Silber, Eiſen, Bley und Schwefel vererzt, wie das nagyager Erz; auch mit Silber, Wismuth und Schwefel vererzt, wie das Weißgolderz. Gediegen trifft man es in verſchiedenen Steinarten an, beſonders aber im Quarz und Kieſel, daher auch im Sande vieler Flüſſe, als z. B. des Rheins, der Rhone, des Tago, ſelbſt der Saale, aus welchem es, jedoch mit geringem Vortheile gewaſchen wird. Insgemein iſt es mit etwas Silber oder Kupfer vermiſcht.

Wie groß der Gebrauch des Goldes im gemeinen Leben ſey, iſt hinlänglich bekannt.

M. ſ. **Gren** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. III. Halle 1795. §. 2282 u. f.

Grade (gradus, dégrés) heißen in vielen Fällen diejenigen gleichen Theile, in welche irgend ein Ganzes iſt getheilet worden. Vorzüglich aber gebrauchet man den Ausdruck **Grade** bey der Meſſung der Winkel und Beſtimmung der dazu gehörigen Kreisbogen. Nimmt man nämlich den rechten Winkel zum Maße aller übrigen geradlinigen Winkel an, ſo theilet man des bequemen Gebrauchs wegen den rechten Winkel in 90 gleiche Theile ein, wovon ein jeder Theil ein **Grad** des rechten Winkel genannt wird. Eben ſo nennt man auch den neunzigſten Theil desjenigen Bogens, welcher mit jedem willkürlichen Halbmeſſer aus der Spitze des rechten Winkels zwiſchen ſeinen Schenkeln beſchrieben wird, einen **Grad**. Da nun um einen Punkt nicht mehr als vier rechte Winkel möglich ſind, und dieſe $4 \cdot 90 = 360$ Grade des rechten Winkels betragen, ſo kann auch

auch die Peripherie eines Kreiſes nicht mehr als 360 Grade des Quadranten betragen. Hier ſieht man alſo, daß die Größe eines Winkels durch Hülfe des Kreisbogens, welcher zwiſchen ſeinen Schenkeln aus der Spitze desſelben mit jedem willkürlichen Halbmeſſer beſchrieben wird, beſtimmt werden kann. Denn es muß der Winkel eben ſo viele Grade von dem rechten Winkel beſitzen, als der zwiſchen den Schenkeln desſelben gemachte Kreisbogen Grade vom Quadranten hat. Wenn man ſich alſo beſtimmt und nach richtigen Gründen ausdrücken will, ſo kann man eigentlich nicht ſagen, daß der Kreisbogen das Maß des Winkels ſey, ſondern er iſt bloß ein Hülfsmittel, die Größe des Winkels in Graden zu finden, weil nach geometriſchen Gründen das Maß mit der auszumeſſenden Größe jederzeit von einerley Art ſeyn muß. Den Grad theilet man ferner in 60 gleiche Theile ein, und nennt den 60ten Theil desſelben eine **Minute**, die Minute wird abermahls in 60 Theile getheilet, wovon ein jeder Theil eine **Sekunde** heißt u. ſ. f. Die Bezeichnung der Grade, Minuten, Sekunden u. ſ. f. ſind °, ′, ″, u. ſ.; ſo bedeuten 24° 45′ 36″ ſo viel als 24 Grad, 45 Minuten und 36 Sekunden. Auf dieſe Eintheilung der Kreisbogen gründen ſich alle mathematiſche und aſtronomiſche Inſtrumente, welche zum Winkelmeſſen beſtimmt ſind, als z. B. das Aſtrolabium, der Quadrant, der Sextant u. ſ. f.

Eben ſo werden auch die ſcheinbaren Kreiſe an der Himmelskugel, und die Kreiſe auf unſerer Erde in Grade, Minuten, Sekunden u. ſ. f. eingetheilet, und ihre Bogen, welche die Größen der Winkel am Auge oder im Mittelpunkte der Kugel beſtimmen, werden in dergleichen Graden und Theilen daran angegeben. Man theilet den Aequator, die Ecliptik, die Breitenkreiſe, die Scheitelkreiſe, den Horizont u. ſ. f. in Grade ein, wie man in jedem dieſer hierhergehörigen Artikel hinlänglich findet.

Wenn unſere Erde eine vollkommene Kugel wäre, ſo würde auch ein Grad des Mittagskreiſes der 360ſte ihres

ganzen

ganzen Umkreiſes ſeyn. Hätte alſo irgend ein Beobachter einen ſolchen Bogen von 1° im Mittagskreiſe durch ſeine Bewegung beſchrieben, ſo würde nun auch der Winkel im Mittelpunkte der Erde, welchen die beyden Scheitellinien des Beobachters einſchließen, ſo groß als 1° ſeyn. Weil aber die Erde abgeplattet iſt, ſo kann auch dieß nicht mehr Statt finden, und man nennt einen Grad des Mittagskreiſes denjenigen Theil des Umkreiſes, durch welchen man gehen muß, wenn ſich die Richtung der Scheitellinie um 1° verändern ſoll. Dieſe Grade der Mittagskreiſe ſind um die Pole größer, als um den Aequator. M. ſ. **Erdkugel.**

Grade der Breite am Himmel ſind diejenigen Grade eines Breitenkreiſes, welche vom Anfange der Ecliptik bis zum Stern, welchem der Breitenkreis zugehöret, gerechnet werden. M. ſ. **Breite der Geſtirne.** Grade der Breite auf der Erde ſind Grade des Mittagskreiſes, welche vom Aequator der Erde an bis zu dem Ort, zu welchem der Mittagskreis gehöret, gezählet werden. M. ſ. **Breite, geographiſche.**

Grade der Länge am Himmel heißen diejenigen Grade der Ekliptik, welche vom Frühlingspunkte an bis an den Breitenkreis eines Geſtirnes gezählet werden. M. ſ. **Länge der Geſtirne;** Grade der Länge auf der Erde ſind Grade des Aequators der Erde, welche vom erſten Meridian an bis zu dem Mittagskreiſe eines Ortes gerechnet werden. M. ſ. **Länge, geographiſche.**

Auch bey phyſikaliſchen Werkzeugen, wobey gewiſſe Abmeſſungen vorgenommen werden müſſen, hat man den Nahmen Grade eingeführet, als z. B. bey den Aräometern, Hygrometern, Thermometern u. ſ. ſ. Hierbey müſſen aber vor allen Dingen gewiſſe feſte Punkte auf der ſo genannten Skale beſtimmt werden, welche unter ein und den nämlichen Umſtänden ſich immer als gleichbleibende Wirkungen des phyſiſchen Werkzeuges zeigen, wie z. B. beym Thermometer die beyden feſten Punkte der Siedhitze und des Gefrierens, beym Hygrometer die beyden Punkte der Trockenheit und der größ-

ten Feuchtigkeit u. ſ. ſ. Der Abſtand dieſer beyden feſten Punkte wird der **Fundamentalabſtand** (interuallum fundamentale) genannt, welcher eben in eine Anzahl gleicher Theile, unter dem Nahmen Grade, getheilt wird. Dabey haben eigene Gründe den Erfindern ſolcher Werkzeuge die Veranlaſſung gegeben, die Anzahl der gleichen Theile darnach zu richten. So theilet z. B. **Fahrenheit** beym Thermometer den Fundamentalabſtand in 180, **de l'Isle** in 150, **Reaumür** in 80, **Celſius** in 100 Grade ein u. ſ. ſ. M. ſ. **Thermometer, Hygrometer.**

Hierbey nennt man alsdann den **Grad der Wärme** diejenige fühlbare Wärme, bey der das Thermometer den Grad anzeiget; **Grad der Feuchtigkeit** diejenige Neigung der Luft, Feuchtigkeit mitzutheilen, bey welcher das Hygrometer den genannten Grad angibt.

Graphit ſ. **Reißbley.**

Gravitation (grauitatio, gravitation) heißt die Wirkung von der allgemeinen Anziehung, welche alle Materie auf alle Körper und in allen Entfernungen ausübet. Vermöge der Erfahrung hat man Grund genug, die Gravitation als eine ganz allgemeine Erſcheinung in der Natur anzunehmen. So übt der Mond eine Gravitation gegen die Erde, und dieſe hinwiederum gegen den Mond aus; eben ſo graviriren die Erde, alle Planeten und Monden derſelben gegen die Sonne, und dieſe gegen alle dieſe Himmelskörper.

Man hält ſonſt die Gravitation für einerley mit der Schwere. So allgemein aber auch dieſe Meinung iſt, ſo glaube ich doch mit einigem Rechte davon abgehen zu können. Ich verſtehe nämlich unter dem Worte **Schwere** die Beſtrebung in der Richtung der größern Gravitation ſich zu bewegen, ſo ſind alle Körper, welche mit der Erde verbunden ſind, gegen dieſe ſchwer, indem ſie dem Zuge derſelben in jeder Entfernung davon folgen, aber nicht gegen den Mond oder gegen die Sonne, ob ſie gleich eine Gravitation gegen dieſe ausüben. Daraus halte ich mich alſo berechtiget zu folgern, daß zwar alle Materie gegen die Erde gravitire, aber

nicht

nicht alle gegen dieſelbe ſchwer ſey, indem ſie nicht alle ein Beſtreben hat, nach der Richtung gegen die Erde ſich zu bewegen.

Es gibt verſchiedene Fälle, bey welchen es ſcheinet, daß keine gegenſeitige Gravitation Statt fände. So iſt zwiſchen den Körpern unſerer Erde, auch ſogar in keinen großen Entfernungen von einander, kein Anziehen bemerkbar. Allein es iſt hier doch gewiß, daß ſie gegen einander gravitiren, es bleibt nur die Wirkung deßwegen unbemerkbar, weil die Materie aller Körper, welche uns auf der Erde umgeben, in Anſehung unſerer Erde, unendlich klein iſt. Indeſſen hat doch auch die Erfahrung gelehret, daß leichte Körper in gebirgigen Gegenden merklich von der Richtung der Schwere abgelenket, und von den Bergen angezogen werden, wie oben mit Mehreren wird erwähnet werden.

Wenn alſo die Gravitation eine Wirkung iſt, ſo ſetzt ſie eine wirkende Urſache voraus, mithin eine Kraft, welche ſie hervorbringt. Allein wo kömmt dieſe Kraft her? Nach der atomiſtiſchen Lehre kann nur von außen her eine Kraft auf die todte Materie wirken, gleichwohl ſoll aber dieſe Kraft durch materielle Dinge wirken, alſo ſetzen dieſe wieder äußere Kraft voraus u. ſ. f., bis ins Unendliche. So ſieht man alſo nach dieſer Lehre natürlich, daß es ganz unmöglich iſt, von der gegenſeitigen Wirkung entfernter Körper irgend einen Grund anzugeben, man iſt demnach ſchlechterdings genöthiget, bey der Erſcheinung der Gravitation ſelbſt ſtehen zu bleiben. Selbſt die Erklärungen, welche ein le Sage hiervon zu geben verſuchet hat, befriedigen auf keine Weiſe, wie unter dem Artikel **Grundkräfte** mit Mehreren gezeiget werden ſoll.

Nach der dynamiſchen Lehre iſt die Wirkung der Gravitation eine Folge der anziehenden Kräfte, welche den Körpern weſentlich zukommen, und womit ſie in allen Entfernungen unmittelbar auch durch den leeren Raum wirken. Hiernach liegt alſo der Grund in der Materie der Körper ſelbſt, und es kömmt nun bloß darauf an, zu zeigen, daß der Materie wirklich anziehende Kraft weſentlich inhärire. Hiervon

kann

kann man den Artikel **Attraktion**, noch mehr aber den Artikel **Grundkräfte** nachſehen.

Die Idee von der Gravitation, oder wie man ſie nennt, von der allgemeinen Schwere, findet man ſchon in den Schulen der alten griechiſchen Weltweiſen. So lehrete **Anaxagoras**, daß die Himmelskörper gegen die Erde gravitirten, welche er als den Mittelpunkt ihrer Bewegung annahm, ihre Kreisbewegungen aber verhinderten, daß ſie nicht herabfallen könnten. Aus dem **Lucrez** erhellet, daß die allgemeine Schwere ein Grundſatz des epikuriſchen Syſtems geweſen ſey. **Lucrez** zieht hieraus ſogar die Folge, daß die Welt ohne Grenze ſey; denn ſobald es eine Grenze derſelben gäbe, ſo würden die daſelbſt befindlichen Körper gegen keine äußern mehr gravitiren, mithin wegen ihrer Schwere gegen die innern herabgetrieben werden, und ſchon längſt in der Mitte des Ganzen zuſammengekommen ſeyn. Mehrere Stellen, aus welchen der Gedanke der allgemeinen Schwere der Weltkörpers unter einander erhellen ſoll, hat **Gregory** [α]) geſammelt, wiewohl die meiſten ſich mehr auf die Meinung von der Mehrheit der Welten beziehen.

Nachdem die Aſtronomie immer größere Fortſchritte machte, und die runde Geſtalt der Himmelskörper aus vielfältigen Beobachtungen geſchloſſen wurde, ſo gab dieß vorzüglich Veranlaſſung, die Urſache von der Runde aufzuſuchen. Natürlich mußte man darauf verfallen, daß die Materie ein Beſtreben hätte, ſich zu vereinigen, und daß dieſe Beſtrebung nach einem gemeinſchaftlichen Punkt hingerichtet ſey. Dieß gab den Begriff von der Schwere. Daher ſagt auch **Copernikus** [β]): equidem exiſtimo, grauitatem non aliud eſſe, quam appetentiam quandam naturalem partibus inditam a diuina prouidentia opificis vniuerſorum, vt in vnitatem integritatemque ſuam eſſe conferant in formam globi coëuntes. Quam affectionem credibile eſt etiam ſoli, lunae, ceterisque errantium fulgori-

α) Element. aſtron. phyſ. et geometr. in praefat.
β) De reuolutionibus orb. coeleſt. lib. I. cap. 9.

fulgoribus ineſſe, vt eius efficacia in ea, qua ſe repraeſentant, rotunditate permaneant. Selbſt **Tycho** mußte der Sonne eine Centralkraft beylegen, welche die Planeten in ihren Bahnen erhielte, wiewohl ſich dieſes mit ſeinem Syſteme auf keine Weiſe vereinbaren läßt. Der ſcharfſinnige **Kepler** gieng hierin ſchon viel weiter, als alle ſeine Vorgänger. Er bewies, daß die Sonne alle Planeten anziehe, und von denſelben angezogen würde; daß vornehmlich der Mond vermöge der Anziehung der Erde, und der ihm mitgetheilten Bewegung ſeinen monathlichen Umlauf um dieſelbe vollführe, daß zugleich die Wirkung der Sonne auf den Mond deſſen Lauf ungleich mache, daß die Ebbe und Fluth von der anziehenden Kraft des Mondes herrühre u. ſ. f. In der Vorrede ſeines Buches über die Geſtalt der Planetenbahnen *) ſagt er: quod grauitas eſt affectio corporea mutua inter cognata corpora ad vnitionem ſeu coniunctionem. Duo corpora non impedita coirent loco intermedio, quodlibet accidens ad alterum tanto intervallo, quanta eſt alterius moles in comparatione; adeoque ſi luna et terra non retinerentur, quaelibet in ſuo circuitu, terra aſcenderet ad lunam quinquageſima quarta parte interualli; luna deſcenderet ad terram 53 circiter partibus interualli ibique iungerentur. Quod luna prolectat aquas terreſtres, vnde fit fluxus, vbi ſicut altiſſimi aluei Oceani, aquisque ſpatioſa reciprocandi libertas. Et ſi terra ceſſaret attrahere ad ſe aquas ſuas, aquae marinae eleuarentur et in corpus lunae influerent. Es iſt in der That zu verwundern, daß bey ſolchen Aeußerungen über die allgemeine Schwere **Kepler** neun Jahre darauf eine ſo ſchlechte und hiervon ganz abweichende Aſtronomie vortragen konnte ß), nach welcher die Sonne den Planeten nur alsdann anziehet, wenn er ihr die

*) Aſtronomia noua αἰτιολογητὸς tradita commentatus de motibus ſtellae martis. Prag. 1609. fol.

ß) Epitome aſtron. copernic. Lentiis ad Danub. 1618. 8.

die freundſchaftliche Seite zukehret, außerdem aber abſtößt. Dieſer vortreffliche Aſtronom gab ſeiner dichteriſchen Einbildungskraft zu vielen Raum, und verfehlte dabey den Hauptzweck, dem er wirklich ſo nahe war, und von welchem ſeine Regeln die Grundlage ausmachen.

Die Meinung von der wechſelſeitigen Anziehung entfernter Körper fand immer mehr Liebhaber und Vertheidiger. So gedenket **Fermat** in ſeinen Schriften nicht allein der Erklärung der Schwere durch ein gegenſeitiges Anziehen, wobey ſich ein Körper dem andern zu nähern ſuchet, ſondern er entdeckte auch den Satz, daß ein Theilchen zwiſchen der Oberfläche und dem Mittelpunkte der Kugel weniger ſchwer ſey, weil es von den äußern Theilen rückwärts angezogen werde, woraus er ſchloß, daß die Schwere in dieſer Rückſicht, wie der Abſtand vom Mittelpunkte, abnehme. Unter dem Nahmen Ariſtarch von Samos gab auch **Roberval** eine Schrift heraus, worin er den Theilen der Materie eine gegenſeitige Schwere, als eine weſentliche Eigenſchaft, beyleget, welche verurſache, daß ſie ſich zu runden Maſſen bilden.

Weit allgemeiner und vollkommener wurde ſchon die Lehre von der Gravitation von **Borelli** in Florenz und **D. Hook** in England überſehen. **Borelli** ſagt, daß wir die Bewegungen der Himmelskörper erklären könnten, ſupponentes id, quod ſcilicet planetae quendam habeant appetitum ſe vniendi cum mundano globo, quem circumeunt, quodque reuera contendant omni conatu ipſi appropinquare, planetae videlicet ſoli, medicea vero ſidera Ioui. Certum eſt inſuper, quod motus circularis mobili impetum tribuit ſe remouendi a centro eiusmodi reuolutionibus etc. In dieſer Stelle findet man offenbar die beyden Centralkräfte, Gravitation und Schwung, mithin die wahre Urſache der himmliſchen Bewegungen richtig angegeben, von welchen auch **Borelli** nachher noch weiter handelt *). **D. Hook** ſahe ebenfalls ein, daß

*) Theoricae mediceorum planetarum ex cauſis phyſicis deductae. Florent. 1666. p. 47.

daß die Bewegungen der himmliſchen Körper das Reſultat einer Wurfskraft, verbunden mit der Anziehungskraft ſind. Nur konnte er das Geſetz, nach welchem die Gravitation wirke, nicht entdecken, ſo ſehr er auch durch verſprochene Belohnungen dazu aufgefordert wurde *). Dieſe wichtige Entdeckung war vielmehr dem **Newton** vorbehalten. Die Geſchichte hiervon erzählet ſein Zeitgenoſſe und Freund **Pemberton** β) auf folgende Art: Im Jahr 1666 richtete **Newton** bey ſeinem Aufenthalte auf dem Lande, nachdem er ſich wegen der Peſt von Cambridge hatte wegbegeben müſſen, ſein Nachdenken zum erſtenmahle auf das Weltſyſtem. Der Fall der Körper, welcher auf dem Gipfel der höchſten Berge gar nicht merklich verſchieden von dem an der Erdoberfläche war, brachte ihn auf die Vermuthung, daß die Schwere ſich bis zum Mond erſtrecke, und dadurch, daß ſie ſich mit der Wurfsbewegung dieſes Trabanten verbinde, ihn in ſeiner Bahn um die Erde herumführe. Um aber dieſe Vermuthung zur Gewißheit zu bringen, mußte er vor allen Dingen das Geſetz der Abnahme der Schwere kennen. **Newton** dachte ferner nach, wenn die Schwere gegen die Erde den Mond in ſeiner Bahn erhält, daß die Planeten durch ihre Schwere gegen die Sonne auf gleiche Art in ihren Bahnen erhalten werden müſſen. Aus dem Verhältniſſe zwiſchen den Quadraten der Umlaufszeiten der Planeten und den Würfeln der großen Axe ihrer Bahnen folgt aber, daß ihre Centrifugalkraft, und folglich auch ihr Beſtreben, ſich gegen die Sonne zu bewegen, in dem Verhältniſſe des Quadrats ihrer Entfernungen von dieſem Geſtirne abnimmt. Dieß Geſetz der Abnahme der Schwere trug nun **Newton** auf die Erde über. Er gieng von den Erfahrungen über den Fall der Körper aus, und beſtimmte die Höhe, von welcher der Mond ſich ſelbſt überlaſſen in einem kurzen Zeitraume gegen die Erde fallen würde. Weil nämlich der Mond im mittleren Abſtande

 von

α) An attempt to prove the motion of the Earth. Lond. 1674. 4. p. 27.

β) A view of Sir *Iſaac Newton's* Philoſophy. Lond. 1782. 4. pref.

von der Erde ungefähr 60 Erdhalbmeſſer von der Erde entfernet iſt, ſo wird die Schwere im Monde 60.60 = 3600 Mahl geringer als auf der Erde ſeyn. Auf unſerer Erde fällt ein Körper in der erſten Zeitſekunde etwa um $15\frac{1}{2}$ Fuß, mithin würde der Mond in jeder Minute gegen die Erde um $15\frac{1}{2}$ Fuß fallen, weil ſein Fall um 3600 Mahl geringer iſt, als der auf der Erdoberfläche.

Die Höhe, um welche der Mond ſich frey überlaſſen in einer Minute gegen die Erde herabgehen würde, macht bey ſeiner Centralbewegung den Querſinus des Bogens aus, welchen er während einer Minute beſchreibet, und welcher 32″ 56‴ der ganzen Bahn beträgt. Den Querſinus dieſes Bogens berechnete nun **Newton** für einen Kreis von 60 Erdhalbmeſſern. Er mußte folglich, um das Geſetz der dem Quadrate der Entfernungen umgekehrt proportionirten Schwere mit der Beobachtung zu vergleichen, die Größe dieſes Halbmeſſers kennen. Da aber **Newton** nach der damahligen gemeinen Art den Grad des Mittagskreiſes 60 engliſche Meilen, mithin den Erdhalbmeſſer 3430 Meilen annahm, ſo fand er den gedachten Querſinus nur $13\frac{1}{4}$ Fuß, ſtatt daß er ihn $15\frac{1}{2}$ Fuß hätte finden ſollen. Er vermuthete, es möchten ſich unbekannte Kräfte mit der Schwere des Mondes verbinden, und gab daher ſeine erſten ſchönen Gedanken ganz auf.

Erſt zehn Jahre nachher ward er durch einen Brief des **D. Hook** veranlaßt, die Natur der von geworfenen Körpern um den Mittelpunkt der Erde beſchriebenen Curve zu unterſuchen, wobey ihm ſeine ehemahligen Berechnungen über die Schwere des Mondes wieder einfielen. Indeſſen hatte **Picard** in Frankreich ſeine Gradmeſſung geendiget, nach welcher der Grad 57060 Toiſen, d. i. nicht 60, ſondern $69\frac{1}{2}$ engliſche Meilen hielt; dieß gab alſo den Erdhalbmeſſer weit größer, und für den Querſinus des Bogeus von 32″ 56‴ in einem Kreiſe von 60 Erdhalbmeſſern genau die $15\frac{1}{2}$ Fuß, um welche der Mond während einer Minute Zeit ſich der Erde nähern müßte. Hierdurch wurde alſo bewieſen, daß der Mond bloß durch die Kraft der Schwere, vorausgeſetzet,

daß

daß ſie dem Quadrate der Entfernungen umgekehrt proportioniret ſey, in ſeiner Bahn erhalten würde.

Hierauf ſuchte nun **Newton**, durch Hülfe der höhern Geometrie, was für eine krumme Linie ein geworfener Körper beſchreibe, wenn er ſtets nach einerley Punkt gezogen wird, und ſich dieſe Kraft verkehrt wie das Quadrat des Abſtandes von dieſem Punkte verhalte. Anfänglich fand er, daß bey jedem Geſetze der Kraft die vom Radiusvektor beſchriebenen Flächenräume den Zeiten proportional ſeyn müßten; und alsdann, daß die nach dieſem Geſetz beſchriebene Curve eine Ellipſe ſey, deren Punkt, nach welchem die Kraft gerichtet iſt, ein Brennpunkt derſelben ſey. Da er nun weiter betrachtete, daß die Planetenbahnen gleichfalls Ellipſen ſind, in deren Brennpunkt der Mittelpunkt der Sonne liegt, ſo ſahe er hinlänglich ein, daß ſeine Auflöſung auf die größten Gegenſtände der Natur anwendbar war.

Einige Jahre hernach reiſete **D. Halley** nach Cambridge, um **Newton** zu beſuchen. Dieſer berühmte Gelehrte munterte **Newton** auf, dieſe ſo wichtigen Entdeckungen vorerſt in den Tranſaktionen bekannt zu machen. Nachher lag ihm aber auch die königliche Societät mit Halley noch mehr an, ſeine Erfindungen weiter zu entwickeln, und ſie mit der Erklärung der himmliſchen Bewegungen zu verbinden. Durch dieſe Bitten wurde endlich von ihm ſein unſterbliches Werk ausgearbeitet, und im Jahre 1687 unter dem Titel: philoſophiae naturalis principia mathematica Lond. 4. herausgegeben. Anfänglich fand dieſes Werk auf dem feſten Lande wenig Beyfall, indem man ſich im Beſitze der richtigen Erklärung von den himmliſchen Bewegungen durch die carteſianiſchen Winkel glaubte.

Newton war auf das Geſetz der Abnahme der Schwere vermittelſt des Verhältniſſes zwiſchen den Quadraten der Umlaufszeiten der Planeten und den Würfeln der großen Axen ihrer als kreisförmig angenommenen Bahnen gekommen; er bewies, daß dieß Verhältniß bey den elliptiſchen Bahnen allgemein Statt finde, und daß es eine gleiche

Schwere der Planeten gegen die Sonne anzeige, wenn man ſie in gleiche Entfernungen von ihrem Mittelpunkte ſetzt. Die nämliche Gleichheit der Schwere gegen die Hauptplaneten hat bey allen Trabantenſyſtemen Statt, und bey den Erdkörpern hat ſie **Newton** durch ſehr genaue Verſuche erwieſen.

Nachher zeigte **Newton**, indem er dieſe Unterſuchungen allgemeiner machte, daß ein geworfener Körper vermöge einer gegen ſeinen Brennpunkt gerichteten und dem Quadrate der Entfernungen proportionirten Kraft ſich in jedem Kegelſchnitte bewegen könne; er entwickelte die verſchiedenen Eigenſchaften der Bewegung in Curven dieſer Art; er beſtimmte die Bedingungen, welche erfordert werden, um den Schnitt zu einem Kreiſe, zu einer Ellipſe, Parabel und Hyperbel zu machen, welche bloß von der urſprünglichen Lage und Geſchwindigkeit der Körper abhangen. Wie dieſe Geſchwindigkeit, dieſe Lage und die anfängliche Richtung der Bewegung immer beſchaffen ſeyn mögen, ſo hat **Newton** einen Kegelſchnitt angegeben, welchen der Körper beſchreiben kann, und in welchem er ſich folglich bewegen muß, dieß dient zu einer Antwort auf einen Vorwurf, den ihm **Johann Bernoulli** gemacht hat, daß er nicht bewieſen habe, daß die Kegelſchnitte die einzigen Curven ſeyn, die ein Körper beſchreiben könne, der von einer dem Quadrate der Entfernung umgekehrt proportionirten Kraft getrieben werde. Dieſe Unterſuchungen auf die Bewegung der Kometen angewendet zeigte ihm, daß die Geſtirne nach dem nämlichen Geſetze wie die Planeten, ſich um die Sonne bewegen, mit dem einzigen Unterſchiede, daß ihre Ellipſen ſehr länglich ſind; und er gab auch die Mittel an, die Elemente dieſer Ellipſen durch Beobachtungen zu beſtimmen.

Da **Newton** erwog, daß die Trabanten um ihre Planeten ſich ſehr nahe ſo bewegen, als wenn dieſe Planeten unbeweglich wären, ſo erkannte er, daß auch ſie der nämlichen Schwere gegen dieß Geſtirn folgen. Die Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung ließ ihn nicht daran zwei-

feln,

ſeln, daß die Planeten die Sonne anziehen, ſo wie ihre Trabanten, ja daß auch die Erde von allen Körpern, welche gegen ſie fallen, angezogen wird. Dieſe Eigenſchaft dehnte er ſo fort durch die Analogie auf alle Theile der Himmelskörper aus, und ſtellte als einen Grundſatz auf, **daß jedes materielle Element alle Körper im geraden Verhältniſſe und im umgekehrten des Quadrats ſeiner Entfernung von denſelben anziehe.**

Da **Newton** auf dieſen Grundſatz gekommen war, ſo fand er, daß die großen Erſcheinungen des Weltſyſtems aus ſelbigem floſſen. Nachdem er die Schwere auf der Oberfläche der Himmelskörper als das Reſultat der Attraktionen aller ihrer Elemente betrachtete, ſo gelangte er zu den merkwürdigen Wahrheiten, daß die Anziehungskraft eines Körpers oder einer ſphäriſchen Schichte gegen einen außer ihr befindlichen Punkt die nämliche iſt, wie wenn ihre Maſſe im Mittelpunkte vereiniget wäre; und daß ein in einer ſphäriſchen Schichte oder überhaupt in einer zwiſchen zwey ähnlichen und ähnlichliegenden elliptiſchen Flächen eingeſchloſſenen Schichte befindlicher Punkt von allen Seiten gleich ſtark angezogen wird.

Es bleibt hier nun noch die Frage zu beantworten übrig, ob der Lauf der Planeten in einem leeren Raume oder durch Materie geſchehe? Mit Gewißheit läßt ſich dieſe Frage nicht beantworten. Denn die Möglichkeit oder Unmöglichkeit des innerhalb des Weltganzen angehäuften Leeren, um den Weltkörpern freye Bewegung zu verſchaffen, beruhet nicht auf metaphyſiſchen Gründen, ſondern bloß auf dem großen Geheimniß der Natur, auf welche Art die Materie ihrer eigenen ausdehnenden Kraft Schranken ſetze. **Newton** nahm zum Behuf der unverminderten Geſchwindigkeit der Planeten einen völlig leeren Himmelsraum an; **Carteſius** hingegen gedachte ſich denſelben als mit Materie angefüllt, welche von der Sonne bis zu den äußerſten Grenzen ihres Gebiets in Wirbeln kreisförmig ſich umſchwingt, und in deren Strom die Planeten fortſchwimmen. Da es nach

der dynamiſchen Lehrart Materie geben kann, deren Ausdehnung ſich bis ins Unendliche erſtrecket, ſo möchte wohl, um der freyen und dauernden Bewegung der Körper willen einen leeren Raum anzunehmen, unnöthig ſeyn, weil der Widerſtand, ſelbſt bey gänzlich erfülltem Raume, alsdann doch ſo klein, als man will, gedacht werden kann, wenn man gleich den carteſiſchen Wirbeln weiter keinen Beyfall gibt.

Herr **de la Lande** *) gibt folgende Erſcheinungen an, wovon eine jede für ſich ſchon die allgemeine Anziehung beweiſet: 1) die Ebbe und Fluth. M. ſ. **Ebbe** und **Fluth**. 2) Die Bewegung der Planeten um die Sonne. M. ſ. **Centralbewegung**. 3) Die Ungleichheiten des Laufs des Mondes. M. ſ. **Mond**. 4) Die elliptiſche Geſtalt aller um die Sonne gehenden Bahnen. 5) Die Ungleichheiten des Laufs der Kometen. M. ſ. **Kometen**. 6) Das Vorrücken der Nachtgleiche. 7) Die Nutation oder Schwankung der Erdaxe. 8) Die Perturbation, welche die Planeten in ihrem Laufe durch ihre wechſelſeitige Einwirkung leiden. M. ſ. **Planeten**. 9) Die abgeplattete Geſtalt der Erde und des Jupiters. M. ſ. **Erdkugel**. 10) Die anziehende Kraft der Berge gegen die Pendel. 11) Die Abnahme der Schiefe der Ekliptik. 12) Eine kleine Veränderung der Breite der Fixſterne wegen der Gravitation der Erde gegen den Jupiter. 13) Die Bewegungen der Apſidenlinien der elliptiſchen Bahnen des Mondes und aller Planeten. 14) Die Fortrückung der Knoten bey den Planeten und deren Zurückweichung beym Monde. 15) Die Ungleichheiten des Laufs der Jupiterstrabanten. Alle dieſe Phänomene ſind in der That nothwendige Folgen, welche aus dem Geſetze der Gravitation fließen, und wovon die mehreſten nach der Theorie der Wirbel gar nicht erkläret werden können.

Das allgemeine Geſetz der Gravitation iſt dieſes: die **Gravitation des Körpers A gegen B iſt im geraden Verhältniſſe der Maſſe B und im verkehrten des Quadrats der Entfernung beyder Körper A und**

*) Aſtronomiſches Handbuch §. 999.

und B. Hat z. B. der Körper A 4 Mahl mehr Maſſe als der Körper B, und iſt vom Körper C noch einmahl ſo weit entfernet, als der Körper C, ſo wird C $\frac{4}{4}$ oder einmahl ſtärker gegen A gravitiren.

Gegen dieſes Geſetz der Gravitation hat **Johann Bernoulli** *) folgenden Einwurf gemacht: die Dichte oder Menge der Strahlen, welche von dem anziehenden Körper ausgehen, und ein Elementartheilchen der Materie ergreifen, muß nach der Maſſe derſelben, nicht nach der Oberfläche geſchätzet werden; daraus folgt, daß die anziehende Kraft abnehmen müſſe wie der Würfel, nicht aber wie das Quadrat der Entfernung zunimmt, woraus ſich leicht folgern läßt, daß die ganzen Maſſen der Planeten nach eben dieſem Geſetze gegen die Sonne gravitiren müſſen. Allein dieſer Einwurf beruht auf der ganz falſchen Vorſtellung, daß die Gravitation Wirkung eines Ausfluſſes ſey, welcher ſich in Geſtalt von Strahlen um einen Mittelpunkt verbreitet. Und überhaupt hat **Newton** bey der Vorausſetzung, daß ſich die Gravitation gerade wie die Maſſe verhält, ganz allgemein bewieſen, daß ein jeder Körper ſich in einem Kegelſchnitte bewegen müſſe, wenn ſich die Gravitation umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung verhält.

Was nun die newtoniſche Theorie ſelbſt betrifft, ſo beſteht ſie im Weſentlichſten in folgenden: wenn man annimmt, daß alle Theile einer Materie einander anziehen, ſo muß auch jeder Körper gegen alle Theile eines andern Körpers gravitiren, und folglich ſich gegen dieſen mit einer Kraft und Richtung wenigſtens zu bewegen ſtreben, welche aus den Kräften und Richtungen aller Theile des andern Körpers zuſammengeſetzet iſt. Von **Newton** wird bewieſen, daß dieſe Richtung in folgenden beyden Fällen gegen den Schwerpunkt der ganzen Maſſe des andern Körpers gehet; 1) wenn ſich die Gravitation wie die Entfernung verhält und 2) wenn ſie ſich umgekehrt wie das Quadrat der

*) Nouvelle phyſique céleſte §. 42.; in opp. Lauſ. et Genev. 1742. 4. T. III. p. 299.

Entfernung verhält, der Körper aber kugelförmig iſt, und in einerley Abſtänden vom Mittelpunkte gleiche Dichtigkeit beſitzet. Man kann ſich in dieſen beyden Fällen vorſtellen, daß die Maſſe des Körpers im Schwerpunkte deſſelben vereiniget iſt; ſetzt man alsdann die Maſſe des anziehenden Körpers $= M$, und den Abſtand des einen vom Schwerpunkte jenes Körpers $= D$, ſo kann man die Gravitation im andern Falle durch $\frac{M}{D^2}$ ausdrucken.

Wenn ſich hingegen der angezogene Körper innerhalb der anziehenden Kugel befindet, ſo wird er im Verhältniſſe ſeiner Entfernung vom Mittelpunkte angezogen, und die Schwere wird in eben dem Verhältniſſe geringer, in welchem er dem Mittelpunkte näher kömmt. In dieſen beyden Fällen gravitiren zwey Kugeln ſo gegen einander, als ob ihre Maſſen im Schwerpunkte derſelben vereiniget wären.

Nimmt man nun an, daß die Planeten bloß der Wirkung der Sonne unterworfen wären, ſo laſſen ſich aus dem angeführten Geſetze die elliptiſchen Bewegungen der Planeten ſo herleiten, wie unter dem Artikel **Centralbewegung** iſt gezeiget worden (Th. I. S. 516 u. f.). Weil aber auch die Sonne von den Planeten angezogen wird, ſo kann man unmöglich die Sonne als ganz unbeweglich betrachten. Wenn um ſelbige ein einziger Planet herum liefe, ſo werden auch beyde um ihren gemeinſchaftlichen Schwerpunkt ähnliche Ellipſen beſchreiben; hingegen wird die Auflöſung ſchon verwickelter, wenn man annimmt, daß noch ein anderer Planet ſich um die Sonne bewegt, und ſie macht einen Fall der berühmten Aufgabe von drey Körpern aus. Auf dieſe Weiſe ſieht man ein, daß in dem Sonnenſyſtem die Planeten nicht um den Mittelpunkt der Sonne, ſondern um den gemeinſchaftlichen Schwerpunkt aller dazu gehörigen Himmelskörper ſich bewegen, welcher der einzige unbewegliche Punkt des Syſtems iſt. Selbſt die Sonne bewegt ſich um dieſen Punkt, aber ihre erſtaunend große Maſſe verurſachet, daß der gemeinſchaftliche Schwerpunkt dem Mittelpunkte der

Sonne ſo nahe liegt, daß ihre Bewegung um ſelbigen ganz unmerklich wird. Indeſſen leidet dadurch das Geſetz des gleichen Verhältniſſes der Flächenräume und der Zeiten eine kleine Aenderung, wodurch die Bewegung der Apſiden und der Knotenlinien verurſachet wird.

Auch bey dem Laufe der Monden um ihre Hauptplaneten werden von der Schwere gegen die Sonne große Abweichungen bewirket. Dieſe machen den zweyten Fall der Aufgabe von dreyen Körpern aus. So läuft z. B. nicht die Erde, ſondern der gemeinſchaftliche Schwerpunkt derſelben und des Mondes in einer elliptiſchen Bahn um die Sonne, da indeſſen der Mond und die Erde um denſelben monatliche Umläufe machen. Hierauf muß man nun nothwendig bey der Beſtimmung des wahren Ortes der Erde in den aſtronomiſchen Rechnungen ſehen; denn weil dieſer Schwerpunkt um $\frac{1}{2}$ Erdhalbmeſſer von dem Mittelpunkte der Erde entfernet iſt, ſo kann in den Quadraturen des Mondes die Erde ſchon um ſo viel vorausgegangen oder zurückgeblieben ſeyn, und der Ort der Sonne ſich um $\frac{1}{2}$ Sonnenparallaxen, d. i. um 12′ ändern.

Newton blieb hierbey nicht ſtehen, ſondern machte von ſeinen vortrefflichen Entdeckungen noch weitere ſehr ſinnreiche Anwendungen zur Beſtimmung der Maſſen, Dichtigkeit derſelben, und der beſchleunigenden Kraft der Schwere auf der Oberfläche der Planeten. Bey der wirklichen Anziehung kugelförmiger Körper gegen einander kann man ſich vorſtellen, daß die Maſſe derſelben im Mittelpunkte vereiniget ſey. Hieraus folgt, daß man aus der Stärke der Gravitation auf die Maſſe des anziehenden Körpers ſchließen könne. Es verhält ſich aber die Stärke der Gravitation wie der Weg, welchen der Körper in einer beſtimmten Entfernung, welche β bedeuten mag, in der erſten Sekunde vermöge der Anziehung durchlaufen muß. Setzt man nun die Umlaufszeit $= T$, die große Axe der Bahn $= a$, den Abſtand am Ende der großen Axe $= \alpha$, und den Weg, welchen der Körper in einer Sekunde Zeit vermöge der Anziehung durchlaufen müßte,

müßte, $= \delta$, ſo hat man nach dem, was unter dem Artikel **Centralbewegung** (Th. I. S. 522.) bewieſen iſt,

$$T = \frac{\pi a \sqrt{a}}{2 \alpha \sqrt{\delta}}, \text{ mithin } \delta = \frac{\pi^2 a^3}{4 \alpha^2 T^2}.$$

Weil ſich nun die Wege umgekehrt, wie die Quadrate der Entfernungen oder wie $\beta^2 : \alpha^2$ verhalten müſſen, ſo findet man den Weg, welchen der Körper für die Entfernung β vermöge der Anziehung in einer Sekunde durchlaufen müſſe,

$$= \frac{\delta \alpha^2}{\beta^2} = \frac{\pi^2 a^3}{4 \beta^2 T^2}.$$

Da aber π und β beſtändige Größen ſind, ſo wird ſich dieſer durch die Anziehung bewirkte Weg, mithin die Gravitation und die Maſſe des anziehenden Körpers wie $\frac{a^3}{T^2}$ verhalten, d. h., **die Maſſen verhalten ſich wie die Würfel der großen Axen von den Bahnen dividiret durch die Quadratzahlen der Umlaufszeiten.**

Exemp. Die Axe der Erdbahn iſt etwa 400 Mahl größer als die der Mondsbahn, und die Umlaufszeit der Erde ungefähr 13 Mahl größer als die des Mondes; hieraus folget, daß die Maſſe der Sonne etwa $\frac{400^3}{13^2}$ Mahl, d.i. 378000 Mahl größer als die der Erde iſt. Aus andern Datis gibt **Newton** die Zahl 169282; **de la Lande** 365412, und **la Place** 329809 an. Eben ſo beſtimmt Newton aus den Axen und Umlaufszeiten der Jupiters- und Saturnusmonden die Maſſen der Hauptplaneten auf $\frac{1}{1067}$ und $\frac{1}{3021}$ von der Sonnenmaſſe.

Die Dichtigkeiten der Körper verhalten ſich wie die Maſſen, dividiret durch die Volumina, und wenn die Körper beynahe kugelförmig ſind, ſo verhalten ſich ihre Volumina wie die Würfel ihrer Halb- oder Durchmeſſer; mithin verhalten ſich alsdann die Dichtigkeiten wie die Maſſen dividiret durch die Würfel ihrer Halb- oder Durchmeſſer. M. ſ. **Dichte.** So findet **Newton** die Dichtigkeiten für Sonne, Jupiter,

Saturn

Saturn und Erde wie 100, 94½, 67 und 400. Wenn die Maſſe und der Durchmeſſer eines Planeten bekannt iſt, ſo iſt es leicht, die Kraft der Schwere oder die Geſchwindigkeit, mit welcher die Körper auf der Oberfläche des Planeten fallen, zu finden, indem dieſe Kraft im Verhältniſſe der Maſſe dividiret durch das Quadrat des Halbmeſſers ſtehet. So findet **Newton** die Schwere auf den Oberflächen der Sonne, des Jupiters, Saturnus und der Erde wie 10000, 943, 529 und 435, daß folglich ein Körper auf der Oberfläche der Sonne 23 Mahl ſchwerer ſey, und in der erſten Zeitſekunde 23 Mahl weiter fallen würde, als auf der Erdfläche. Was die übrigen Planeten betrifft, ſo vermuthet **Newton**, daß ſie nach dem Verhältniſſe ihrer Erwärmung deſto dichter ſind, je näher ſie der Sonne liegen, und ſieht z. B. den Merkur als einen ſolchen Körper an, welcher ſieben Mahl dichter als die Erde iſt. Die Schwere gegen den Mond beſtimmt er aus den Erſcheinungen der Ebbe und Fluth, und findet die Maſſe des Mondes 40 Mahl kleiner als die der Erde, ſeine Dichtigkeit hingegen zu der Dichtigkeit der Erde wie 11 : 9. Genauere Reſultate von den hier nur als Beyſpiele angegebenen Fällen, werden unter dem Artikel **Weltſyſtem** angegeben werden.

Von dieſer Theorie, welche **Newton** ſo ſchön entwickelt hat, hängen alle himmliſche Erſcheinungen bis auf ihre kleinſten Umſtände ab; daß es unter ihren Ungleichheiten keine einzige gibt, welche nicht mit einer bewundernswürdigen Genauigkeit daraus herflöſſe. Man hat alſo ſo wenig Urſache zu fürchten, neue Beobachtungen möchten dieſe Theorie umſtoßen, daß man vielmehr verſichert ſeyn kann, daß ſie ſelbige immer mehr und mehr beſtätigen werden, und man muß die Folgen daraus eben ſo zuverläſſig halten, als ob ſie unmittelbar wären beobachtet worden.

Auch iſt in den neuern Zeiten dieſe Theorie mit keinen erheblichen Gründen weiter beſtritten worden. Nur einige Franzoſen hatten ſich die Mühe gegeben, durch betrügeriſche Verſuche mit dem Pendel in der Höhe der Gebirge darzuthun,

daß

daß die Schwere in der Höhe größer als am Fuße der Berge ſey. Es erſchien nämlich im Monath Junius des Jahres 1769 im journal de beaux arts et de ſciences ein Brief aus Faucigny, in welchem ein gewiſſer **Coultaud**, der ſich ancien profeſſeur de phyſique à Turin unterzeichnet hatte, verſichert, durch wiederhohlte Verſuche in den daſigen Gebirgen gefunden zu haben, daß das Pendel in einer Höhe von 1085 Toiſen dem am tiefern Standorte binnen 2 Monathen um 27 Minuten 20 Sekunden vorgeeilet ſey, welches folglich in der Höhe eine größere Schwere, als in niedrigern Gegenden anzeigte. Aus dieſem Verſuche, welchen er das Grab der Attraktion und ihrer Geſetze nannte, berechnete er, daß die Schwere im Verhältniſſe der Entfernung von der Erde zunehmen müſſe, worauf der P. **Bertier** ein eigenes der newtoniſchen Theorie entgegengeſetztes Syſtem aufſtellte. Im Dec. 1771 folgte ein zweyter Brief von einem gewiſſen **Mercier** in Sitten, an Herrn **Gesner** in Zürich, welcher eben dieß durch neue Verſuche beſtätigte. **D'Alembert** bewies hieraus ſchon, daß es in Gebirgen gewiſſe Stellen geben könne, an welchen das Pendel, ſelbſt nach **Newton's** Theorie, in der Höhe ſchneller als unten ſchwingen müſſe. Bey genauerer Unterſuchung fand ſich aber, daß das ganze Vorgeben nichts weiter als ein Betrug ſey, daß die Verſuche nie angeſtellet worden ſind, und ſich weder ein Profeſſor **Coultaud** in Turin, noch ein **Mercier** in Sitten befinde. Die Geſchichte hiervon wird von **de Lüc**, welcher den Betrug mit entdecken half, umſtändlich erzählet [α]), womit man zugleich Herrn **Achard's** Bemerkungen über die von **Bertier** angeſtellten Verſuche u. ſ. w. vergleichen kann [β]).

Es iſt bereits angeführet worden, daß die Körper auf unſerer Erde gegen einander graviriren, nur iſt die Wirkung wegen der weit größern Anziehung der Erde unbemerkbar. Indeſſen gibt es aber auch wirklich Fälle, wo dergleichen Anziehungen merklich werden, wenn nämlich die anziehende Maſſe

α) Briefe über die Geſchichte der Erde. 8. Th. I. 45. Brief.
β) Phyſiſch-chemiſche Schriften. S. 179.

Maſſe ein merkliches Verhältniß gegen die Maſſe des Erdbodens hat. So beobachtete bereits **Bouguer** und **de la Condamine**, daß das am Quadranten hangende Bleyloth aus der lothrechten Richtung von dem Berge Chimbaraço in Quito angezogen wurde. Durch mehrere auf der Nord- und Südſeite gemeſſene Höhen der Sterne fanden ſie die Abweichung des Bleylothes auf 7″ bis 8″. Die Beobachtungen erweckten ein Verlangen, die Anziehungen mehrerer Berge zu beſtimmen. **Nevil Maskelyne**, königlicher Aſtronom zu Greenwich, legte dieſerhalb der königlichen Societät zu London einen Plan vor, welchen er auch im Sommer 1774 ausführte *). Hierzu wählte er vorzüglich den Berg Shehallien in Pertſhire, weil er einzeln ſteht, hoch iſt, und ſich weit von Oſten nach Weſten erſtrecket, von Norden nach Süden aber ſteil iſt und eine ſchmale Grundfläche hat. Hierbey kam es nun vorzüglich darauf an, die Entfernung einiger Fixſterne vom Zenith ſo wohl auf der ſüdlichen als nördlichen Seite des Berges zu meſſen; denn um wie viel der Berg das Bleyloth von der Vertikallinie bey der Beobachtung auf der Südſeite abgezogen hatte, um eben ſo viel mußte die ſüdliche Entfernung eines Fixſternes vom Zenith zu klein gefunden werden, und umgekehrt. Dabey mußten aber auch geometriſche Meſſungen, welche von der anziehenden Wirkung des Berges frey waren, unternommen werden, um den wahren Unterſchied der geographiſchen Breiten beyder Beobachtungen zu finden. **Maskelyne** ſtellte auf der Südſeite des Berges 169, auf der Nordſeite 168 Beobachtungen von 43 Sternen an, von welchen 40 mit einander verglichen für den Unterſchied der Scheitelpunkte beyder Oerter 54,6 Sekunden gaben. Den Unterſchied der geographiſchen Breiten fand er durch Hülfe geometriſcher Meſſungen auf 42,94 Sekunden, ſo daß die beyden entgegengeſetzten Anziehungen des Berges dieſen Unterſchied um 11,66 Sekunden zu groß machten. Dieſe Abmeſſungen wurden noch bis 1776 fortgeſetzet und berichtiget. Die dazu gehöri-

*) Philoſoph. transact. Vol. LXV. for 1775. n. 48. 49.

gehörigen Zeichnungen findet man bey Hutton [α]), welcher zugleich berechnet, daß ſich die Anziehung der Erde zur Anziehung des Berges gegen das Bleyloth wie 9 zu 5 verhalte. Bey dieſen Beobachtungen hatte man zugleich die Abſicht, die mittlere Dichtigkeit der Erde zu beſtimmen. Man fand, daß der Berg aus einem gleichförmigen Granit beſtehe, deſſen Dichtigkeit $2\frac{1}{2}$ Mahl größer als die des Waſſers iſt; daraus ſchloß man, daß die mittlere Dichtigkeit der Erdkugel $4\frac{1}{2}$ Mahl größer als die Dichtigkeit des Waſſers iſt.

Die vorzüglichſten Schriften, welche die newtoniſche Lehre von der Gravitation abhandeln, ſind dieſe: die principia von Newton ſelbſt erſchienen im Jahre 1687 und ſind nachher noch verſchiedene Mahl aufgeleget worden. Vorzüglich aber ſind zur beſſern Verſtändniß derſelben die Ausgaben des Jacquier und le Sueur [β]), und des Teſſanek [γ]) zu empfehlen. Kürzer iſt Newton's Theorie vorgetragen worden von Maclaurin [δ]) und Pemberton [ε]). Alles aber, was von der Gravitation und ihren Geſetzen bis 1776 iſt abgeleitet worden, hat Herr P. Friſi [ζ]) ſehr gründlich und vollſtändig abgehandelt. Auch findet man dieſe Lehre kurz vorgetragen in den Lehrbüchern der Aſtronomie, beſonders von Gregory, de la Lande, la Place [η]) u. ſ. deren phyſiſcher Theil ſich ganz auf das Geſetz der Gravitation gründet.

Grego-

α) Philoſoph. transact. Vol. LXVIII. for 1778. n. 33.

β) Philoſoph. natur. princ. mathem. perpetuis commentar. illuſtrata ſtudio PP. *Thomae le Sueur* et *Franc. Jacquier*. Genev 1739. III. Tomi 4. verm. 1750. 4.

γ) Philoſoph. natur. princ. mathem. commentationibus illuſtrata potiſſimum *Io. Teſſanek* et quibusdam in locis veterioribus *Th. le Sueur* et *Fr. Jacquier* aliter propoſitis Tom. I. Pragae 1780. 4.

δ) An account of Sir Iſaac Newton's philoſophical diſcoveries. Lond. 1748.

ε) A view of Sir *Newt.* philoſophy. Lond. 1728. 4.

ζ) *Paul. Friſi*. Barnabitae, de grauitate vniuerſali corporum libri tres. Mediolani 1768. 4 maj.

η) Darſtellung des Weltſyſtems durch Pet. Sim. la Place a. d. Franz. von J. K. F. Hauff. Th. II. Frankf. am Mayn 1797. 8. S. 1 u. f.

Gregorianiſches Teleſkop ſ. Spiegelteleſkop.

Grotten ſ. Höhlen.

Größe, ſcheinbare (magnitudo apparens, grandeur apparente) iſt die ſcheinbare Entfernung der äußerſten Grenzen eines Objektes von einander. Da bereits unter dem Artikel, **Entfernung, ſcheinbare**, iſt angeführet worden, daß ſie in einer doppelten Bedeutung genommen wird, aus welcher ſelbſt verſchiedene Mißverſtändniſſe entſpringen können, die folglich auch mit dem Worte, **ſcheinbare Größe**, verknüpft ſeyn können; ſo muß ich mich hier auf das beziehen, was daſelbſt bereits iſt geſaget worden. Uebrigens iſt hierbey noch zu bemerken, daß von der körperlichen Größe des geſehenen Gegenſtandes nie die Rede ſeyn kann, indem wir nichts weiter als die Fläche ſehen, welche nach der Länge und Breite ausgedehnet iſt, es mag auch der betrachtete Gegenſtand beſchaffen ſeyn wie er will.

Es ſey (fig. 87.) die Geſichtsaxe o c auf die Mitte eines erleuchteten Gegenſtandes a b gerichtet, die Ebene a b o durch dieſe Axe geleget, und die Punkte a und b die äußerſten ſichtbaren Punkte in dieſer Ebene, ſo heißt der Winkel a o b, unter welchem die Länge oder Breite des ſichtbaren Gegenſtandes dem Auge in dieſer Ebene erſcheinet, die **ſcheinbare Größe** der geraden Linie a b. Es iſt folglich die ſcheinbare Größe der Linie a b nichts weiter, als der optiſche Winkel, unter welchem die wahre Entfernung der Punkte a und b von einander dem Auge vorgeſtellet wird. Wenn man nun bey dieſer optiſchen Vorſtellung ſtehen bleibt, ohne darauf zu ſehen, was unſere Seele darüber urtheilet, ſo hat man auch in allen ſolchen Fällen etwas Beſtimmtes, und es miſchen ſich dabey keine falſchen Urtheile, d. i. Geſichtsbetrüge, ein. In dieſer Bedeutung des Wortes der ſcheinbaren Größe müſſen wir die Größe der ſichtbaren Gegenſtände bloß nach der Größe der optiſchen Winkel abmeſſen, und ſie ſcheinen uns gleich groß, wenn die Sehewinkel gleich ſind, aber ungleich groß, wenn dieſe ungleich groß ſind. Es können daher einerley Objekte in verſchiedenen Ent-

fernungen gleich groß ſcheinen, wenn nur die Sehewinkel gleich ſind. So wird uns der ſcheinbare Durchmeſſer des Mondes und der Sonne am Horizonte eben ſo groß als im Scheitel erſcheinen, und es werden überhaupt keine Unterſchiede in Anſehung der ſcheinbaren Größen anzutreffen ſeyn, als nur in ſo fern die optiſchen Winkel von einander verſchieden ſind.

Allein von Jugend auf haben wir durch mehrere Uebung eine gewiſſe Fertigkeit erlanget, über das Geſehene ſogleich zu urtheilen, ohne daß wir uns deutlich deſſen bewußt ſind; daher wiſſen wir die rein optiſche Darſtellung von dem darüber gefällten Urtheile gar nicht mehr zu unterſcheiden, und ſobald wie wir die ſcheinbare Größe eines Dinges wahrnehmen, fällen wir auch ſogleich ein Urtheil über deſſen wahre Größe. Eben dieſe Größe, welche wir dem betrachteten Objekte als die wahre beylegen, heißt auch **ſcheinbare Größe**, aber in einer ganz andern Bedeutung des Wortes, indem es dabey nicht allein auf die Größe des optiſchen Winkels, ſondern zugleich auf andere Umſtände ankömmt, welche die Seele bey Beurtheilung des Geſehenen mit zu Hülfe nimmt. In dieſer Bedeutung drückt das Wort ſcheinbare Größe etwas Unbeſtimmtes aus, welches ganz allein von unſerem Urtheile abhängt, das bey dem einen ſo, bey dem andern ganz anders ausfallen kann. In dieſem Verſtande bedeutet alſo ſcheinbare Größe die Vorſtellung einer wahren Größe, welche bloß aus verſchiedenen zuſammengefaßten Umſtänden durch das ſo genannte Augenmaß nach gewiſſen angewohnten Regeln geſchätzet wird. M. ſ. **Entfernung, ſcheinbare.** Die vorzüglichſten hierbey zuſammen genommenen Umſtände ſind die aus Erfahrungen erlangte Kenntniß der wahren Größe und die ſcheinbare Entfernung des Objektes vom Auge. Durch das erſtere werden wir beſonders bey Beurtheilung der Größen naher Objekte, durch das zweyte aber bey entferntern und himmliſchen Körpern geleitet.

In den gewöhnlichen Fällen bey Beurtheilung der Größe naher, irdiſcher Gegenſtände täuſchen wir uns gemeiniglich

nicht,

nicht, wenn wir ihre wahre Größe ſchon vorher aus Erfahrung kennen. Denn bey ſolchen Objekten ſind wir ſchon gewohnt, ihre geringen Entfernungen und ihre Größe richtig und genau zu beurtheilen. So erſcheinet uns z. B. eine erwachſene Perſon in einer Entfernung von 24 Fuß immer größer, als ein Kind in einer Entfernung von einem Fuße, obgleich der optiſche Winkel von der erſteren viel kleiner als der vom Kinde iſt; denn wir kennen ſchon aus dem Verhältniſſe der Theile des Körpers, aus dem ganzen äußern Anſehen oder aus vorhergegangener Bekanntſchaft die wahre Größe von beyden; daher urtheilen wir auch über das Geſehene recht, und täuſchen uns nicht.

Sind im Gegentheil Gegenſtände ſehr weit entfernet, oder auch ſelbſt für uns ungewöhnlich, ſo urtheilen wir nach der ſcheinbaren Entfernung, welche wir den betrachteten Gegenſtänden beylegen. Wir ſchätzen dasjenige für groß, was bey einer weiten Entfernung dennoch unter einem großen optiſchen Winkel geſehen wird; dasjenige hingegen für klein, was bey einer kleinen Entfernung gleichwohl unter einem geringen Winkel geſehen wird. Eben daher halten wir einen Gegenſtand für größer, als einen andern, wenn beyde unter eben demſelben Winkel, jener aber entfernter als dieſer dem Auge vorkömmt. Hieraus folgt alſo natürlich, daß wir uns in Anſehung der Größe geſehener Gegenſtände irren, wenn wir über ihre Entfernung getäuſcht werden, und daß wir über die ſcheinbare Größe verſchiedentlich urtheilen, wenn wir über ihre Entfernung verſchiedene Vorſtellungen haben. M. ſ. **Entfernung, ſcheinbare.** Es kömmt daher bey Beſtimmung der ſcheinbaren Größe auf alle die Umſtände an, nach welchen wir das Urtheil über die Entfernung fällen. Dieſe Umſtände können aber gar verſchiedentlich ſeyn, daher wir alsdann auch gar verſchiedentlich in Beſtimmung der ſcheinbaren Größe irren können. So ſcheinen uns Menſchen, Thiere, Bäume u. d. g., aus der Höhe oder Tiefe betrachtet, kleiner, und folglich näher zu ſeyn, als wenn man ſelbige auf einer Ebene hin ſiehet. M. ſ. **Geſichtsbetrüge.** Eben ſo kömmt

es uns vor, als ob der Mond am Horizonte weit größer wäre, als in einiger Höhe über demſelben, weil wir die Entfernung des Himmels am Horizonte weiter, in höhern Stellen aber näher ſchätzen, obgleich der optiſche Winkel dieſes Himmelskörpers mit aſtronomiſchen Werkzeugen gemeſſen, in beyden Fällen einerley bleibet. Aus eben dem Grunde ſcheinen uns die Entfernungen der Fixſterne von einander am Horizonte größer als in der Höhe. Will man z. B. einen Ort über dem Horizont nach dem Augenmaße ſchätzen, der eine Höhe von 45° hat, ſo ſetzt man ſelbigen gewiß zu niedrig, und findet einen Punkt, welcher kaum 23° hat, weil wir die Hälfte des Himmels vom Horizonte entfernter, alſo auch weit größer ſchätzen, als die Hälfte gegen das Zenith zu.

Wenn man ein Fernrohr beſitzet, welches 60 Mahl vergrößert, alſo der Fläche nach 3600 Mahl, ſo iſt man in voller Erwartung, die Himmelskörper dadurch in einer erſtaunenswürdigen Größe zu ſehen; bey wirklicher Betrachtung ſieht man ſich aber getäuſcht, ob man zwar gleich ſelbige viel größer wahrnimmt als mit bloßen Augen, aber doch bey weitem nicht ſo groß, als man ſich Hoffnung gemacht hatte. Die Erklärung hiervon iſt nicht ſchwer: der optiſche Winkel oder die ſcheinbare Größe iſt wirklich 60 Mahl vergrößert, aber das Objekt ſcheint dabey viel näher gekommen zu ſeyn, mithin vermindert ſich dem Urtheile nach die ſcheinbare Größe in eben dem Verhältniſſe.

Es kann alſo von der ſcheinbaren Größe nie anders beſtimmt geredet werden, als wenn man ſie bloß durch den Winkel ausdrücket, unter welchem die äußerſten Lichtſtrahlen von einem Gegenſtande ins Auge fallen. Die Tangente dieſes Winkels verhält ſich zum ganzen Sinus, wie die wahre Größe zur Entfernung, wenn die Geſichtsaxe ſenkrecht auf die Linie gerichtet iſt, durch welche die wahre Größe gemeſſen wird. Für kleine Winkel kann man ſelbſt ihre Größen Statt der Tangenten in die Verhältniſſe ſetzen. Wenn alsdann einerley Objekt vom Auge ungleich weit entfernet iſt, ſo verhalten ſich die ſcheinbaren Größen umgekehrt, wie die Entfernungen, und

und für gleiche Entfernungen die ſcheinbaren Größen wie die wahren. M. ſ. Sehewinkel.

Grünſpan ſ. **Kupfer.**

Grundkräfte, inhärirende Kräfte (vires inhaerentes, inſitae, innatae, forces inhérentes) heißen diejenigen Kräfte, welche der Materie als Materie weſentlich zukommen, oder das Weſen der Materie ſelbſt ausmachen, mithin als nothwendige Bedingungen ihrer Möglichkeit vor aller Erfahrung vorangehen.

Es iſt eine durch vielfältig gemachte Erfahrung allgemein anerkannte Wahrheit, daß die Körper in allen möglichen Entfernungen durch Anziehung auf einander wirken, und dadurch Bewegungen hervorbringen, welche nicht genug bewundert werden können. Man findet aber auch in der Natur ungemein viele Phänomene, wo Zurückſtoßung auf keine Weiſe verkannt werden kann. Es entſteht daher die wichtige Frage, ob es möglich ſey, die Anziehung und Zurückſtoßung aus phyſiſchen Gründen zu erklären, oder ob dieß vielleicht nur Begriffe ſind, welche in einer ganz andern Wiſſenſchaft erörtert werden müſſen, und welche folglich der Phyſik gleichſam zur Grundlage dienet? Mit allem Rechte iſt es zu behaupten, daß die Phyſik nichts Fremdes aufnehme, wenn ſie im Stande iſt, alles aus eigenen Principien bis auf die erſten Grundurſachen zu entwickeln. Es wird alſo vor allen Dingen nöthig ſeyn, zu zeigen, was und wie viel die mechaniſch-atomiſtiſche Lehre hierbey vermag. Ich werde mich vorzüglich auf des Herrn **le Sage** Syſtem beziehen, welches man aus einigen ſeiner Abhandlungen, und vorzüglich aus einem Werke des Herrn **Prevoſt** *) kennt.

Die Grundlage der mechaniſchen Phyſik ſind Poſtulate, auf welchen das ganze Syſtem errichtet iſt. Das erſte beſteht in einer Menge **erſter Körperchen** in einem gewiſſen Raume vertheilet, welche in Anſehung der Materie gleichartig aber ſo klein ſind, daß ſie, wenn ſie ſich berühren, keinen merklichen

*) De l'origine des forces magnétiques à Génève 1788. überſetzt. Halle 1794. 8.

lichen Unterſchied unter einander zeigen. Ein jedes derſelben zieht die Körperchen ſeiner Art weniger, als die der andern Art an. Es denkt ſich alſo der Atomiſtiker dieſe Grundkörperchen gleichſam als materielle Punkte, welche durch gar keine, ſelbſt durch keine unendliche Kraft mehr getheilet werden können. Allein hier entſteht eine wichtige Frage, was für ein Grund berechtiget den Atomiſtiker, erſte, oder bey der Theilung letzte, abſolut untheilbare Körperchen anzunehmen? Die Mathematik fährt fort, den Raum ins Unendliche zu theilen, und die Philoſophie iſt keinesweges ſo beſchränkt, daß ſie die unendliche Theilbarkeit nicht zugeben könne, vielmehr widerſpricht ſie der Behauptung von der Unmöglichkeit einer je vollendeten Theilung, ob ſie ſich gleich nicht anmaßet zu ſagen, die Materie als Materie beſtehe aus unendlich vielen Theilen. Wenn daher die mechaniſche Phyſik Grundkörperchen annimmt, ſo kann ſie den Grund für die Vorausſetzung weder aus der Mathematik noch aus der Philoſophie nehmen, ſondern er muß phyſiſch ſeyn. Sobald man aber phyſiſch untheilbare Körperchen annimmt, ſo behauptet man etwas, das kein Gegenſtand der Erfahrung mehr iſt, mithin hat man auch gar kein Recht mehr, ſich auf Erfahrung, d. h. auf einen phyſiſchen Grund, nämlich auf die phyſiſche Unmöglichkeit der Theilung bis ins Unendliche zu berufen. Es iſt folglich die Annahme der erſten Körperchen ganz willkürlich, welches eben ſo viel iſt, als annehmen, es ſey möglich, daß man bey der Theilung der Materie auf Körperchen komme, welche weiter zu theilen phyſiſch unmöglich iſt. Eine jede phyſiſche Unmöglichkeit aber iſt bloß relativ, d. h. nur in Rückſicht gewiſſer Kräfte oder Urſachen in der Natur gültig, wenn man nicht zu verborgenen Qualitäten ſeine Zuflucht nehmen will. Man behauptet alſo bey der Vorausſetzung der Untheilbarkeit der Materie nichts weiter, als daß es keine Kraft in der Natur gebe, welche die erſten Körperchen weiter zu theilen auf keine Weiſe vermag. Allein für dieſe Behauptung läßt ſich weiter kein Grund anführen, als der aus der mechaniſchen Phyſik ſelbſt hergenommene, weil

weil nämlich ohne ſie das atomiſtiſche Syſtem nicht beſtehen kann. Dadurch behauptet man aber die Unmöglichkeit, ſich eine Kraft zu denken, welche die weitere Theilung der Körperchen bewirken könne. Wenn man aber bedenkt, daß jeder Zuſammenhang in der Welt Grade hat, und daß man ſich keinen Grad von Zuſammenhang denken kann, für welchen man ſich nicht auch eine Kraft gedenken könnte, welche ihn zu überwältigen vermögend iſt, ſo ſieht man die Unrichtigkeit jener Behauptung völlig ein. Ueberhaupt, ſobald uns die Erfahrung nicht mehr belehret über das, was möglich oder unmöglich iſt, ſo muß ſich der Geiſt völlig ſeiner Freyheit überlaſſen, und ſich bloß darum bekümmern, daß ſeine Freyheit nichts beſchränke.

Auch widerſpricht die Annahme der erſten Körperchen dem Unternehmen der Atomiſtiker, die Materie in ihre Elemente wirklich zu zerlegen. Denn ſich hierbey auf Erfahrung zu berufen, daß nämlich Materie etwas Zuſammengeſetztes ſey, iſt gar kein hinreichender Grund, dieß Unternehmen zu rechtfertigen; denn hiernach könnte nur die Theilung ſo weit vorgenommen werden, als man in der Erfahrung ein Zuſammengeſetztes vor ſich hat, und dieß widerſpricht doch offenbar der Auflöſung der Materie in ihre Elemente. Hierbey muß man alſo auf einen gewiſſen Punkt kommen, wo man von den Erfahrungen der weitern Theilung völlig verlaſſen wird, mithin der Geiſt ſich frey fühlet, auch da noch eine Theilung vorzunehmen, wo keine Theile mehr erkennbar ſind. Da aber nunmehr der Geiſt auf keine Weiſe beſchränkt ſeyn kann, ſo iſt es auch ganz unmöglich, daß in ſelbigem ein Grund liegen ſollte, mit der Theilung irgendwo aufzuhören; mithin müßte der Grund außer ihm liegen, d. h. man müßte in der Erfahrung endlich einmahl auf Elemente kommen, welche der Freyheit im Theilen der Materie ſchlechthin Grenzen ſetzte. In einem ſolchen Falle aber befinden wir uns wieder in der Nothwendigkeit, eine abſolute Unmöglichkeit anzunehmen, welche zugleich phyſiſch ſeyn ſoll, d. h. eine ſolche Unmöglichkeit, für welche ſich weiter kein Grund angeben läßt, und die

die doch in der Natur liegt, wo alles Grund und Urſache haben muß.

Ob es nun gleich aus dem bisher Angeführten der mechaniſchen Phyſik ganz unmöglich iſt, einen Grund für die Unmöglichkeit der weitern Theilung der Atome anzuführen, ſo ſucht ſie doch aus der Annahme der erſten Körperchen die Möglichkeit der beſtimmten Materie, oder welches eben dieß iſt, der ſpecifiſchen Verſchiedenheit der Materie aus den erſten Körperchen und deren Verhältniſſe zum leeren Raume zu erklären. Dabey ſetzt ſie voraus, daß die primitive Materie eine abſolute Gleichartigkeit beſitze, und daß kein anderer Unterſchied derſelben Statt finde, als in den verſchiedenen Geſtalten der Grundkörperchen, welche als ganz unveränderlich betrachtet werden. Es iſt alſo eine Möglichkeit da, auch bey aller urſprünglichen Gleichartigkeit der erſten Körperchen dennoch eine ſpecifiſche Verſchiedenheit der Materie zu beweiſen, je nachdem ſie aus Körperchen von gleicher oder verſchiedener Figur zuſammengeſetzet ſind. Hierzu kömmt nun noch der leere Raum, welcher der Einbildungskraft gar keine Schranken ſetzet, denſelben zwiſchen den Atomen nach Gefallen groß oder klein einzuſtreuen, und dadurch die ſpecifiſchen Dichtigkeiten der verſchiedenen Materien begreiflich zu machen.

Es ſetzt alſo die mechaniſche Phyſik voraus, daß in einem leeren Raume eine unendliche Anzahl harter, ſehr kleiner, beynahe gleicher Körper gleichförmig vertheilet ſey. Was nun den leeren Raum betrifft, ſo läßt ſich dieſer aus der Erfahrung gar nicht beweiſen; die mechaniſche Phyſik nimmt ihn nur an, weil ſie ohne ſelbigen gar nicht beſtehen kann. Eben ſo wenig läßt ſich die unendliche Anzahl ſehr kleiner, beynahe gleicher Körper durch Erfahrung rechtfertigen. Es bleibt hier noch immer die Frage zurück, wie klein dieſe Körper, und wie weit ſie einander gleich ſeyn? Man ſollte ſich wenigſtens gedenken, daß die erſten Körperchen weder ſehr klein noch ſich beynahe gleich, ſondern abſolut klein und abſolut gleich ſeyn müßten. Auch kann der

Ausdruck hart nicht abſolut, ſondern nur relativ genommen werden, in Beziehung auf die Kraft, welche angewendet wird, die einzelnen Theile eines Körpers zu trennen oder zu verrücken. Es müßte folglich auch den Atomen nur relative Härte zukommen, d. h. es müßte wenigſtens eine Kraft möglich ſeyn, welche den Zuſammenhang ihrer Theile aufheben könnte, welches gegen den Begriff der Atomen ſtreitet. M. ſ. **Atomen.**

Das zweyte Poſtulat der mechaniſchen Phyſik iſt, die Atomen bewegen ſich in einer geraden unveränderten Linie, aber nach den verſchiedenſten Richtungen; die Bewegung derſelben iſt ſo gleich ſchnell, daß man jeden Punkt des Raumes für einen Augenblick wenigſtens als Mittelpunkt annehmen kann. Es bleibt aber nach dieſem Syſtem das Entſtehen der Bewegung völlig unerklärbar. Die Atomiſtiker leiten zwar alle Phänomene und ſelbſt die Gravitation von einem Stoße her; allein für dieſen Stoß können ſie weiter keinen Grund anführen. Nähme man auch an, daß die Atomen des ſo genannten ſchwermachenden Fluidums verſchiedene Formen hätten, ſo wäre es doch nicht möglich, daß bey dieſer Ungleichartigkeit Bewegung entſtehen könne, ob man gleich nachher zugeben muß, daß ſcheinbare Anziehung Statt finden kann, wenn einmahl Bewegung entſtanden iſt. M. ſ. **Attraktion.**

Das dritte Poſtulat der mechaniſchen Phyſik iſt, daß ſie in irgend einem Punkte des Raumes, worin die Atomen ſich bewegen, einen ſphäriſchen Körper annimmt, welcher viel größer iſt, als die Grundkörperchen.

Aus allen dieſen ſieht man, daß die mechaniſch-atomiſtiſche Phyſik gleich anfänglich der Einbildungskraft ein völlig freyes Spiel läßt, gar nicht darum bekümmert, ob die Möglichkeit aller dieſer Vorausſetzungen auf richtigen Gründen beruhe und wirklich Statt finde. Zuletzt muß ſie auch eingeſtehen, daß die allgemeine Anziehung ein Begriff ſey, welcher auf ihrem Grund und Boden nicht entſproſſen iſt, ſondern in eine höhere Wiſſenſchaft gehöret, die ſie vorausſetzet.

ſetzet. Iſt ſie aber nur erſt über dieſe drey Poſtulate hinweg, ſo geht ſie unaufhaltſam ihren Gang fort, und ſie hat alsdann vor der dynamiſchen Lehre den ausgezeichneten Vortheil, daß ſie anſchaulich machen kann, was letztere niemahls in der Anſchauung darzuſtellen vermag. Es kann die mechaniſche Phyſik ſelbſt innerhalb ihrer Grenzen ein Meiſterſtück des Scharfſinnes und der mathematiſchen Präciſion werden, ſelbſt wenn ſie in ihren Principien völlig grundlos iſt. So kann ſie, in ſo fern ſie ein Syſtem ausmacht, in ſich ſelbſt vollkommene Evidenz haben, und doch in der Anwendung auf Erfahrung äußerſt zweifelhaft werden.

In der mechaniſchen Phyſik ſieht man auf keine Weiſe ein, wie Mittheilung der Bewegung erfolgen könne. Denn es findet keine Statt ohne Wechſelwirkung der Undurchdringlichkeit, d. h. ohne Druck und Gegendruck. Die mechaniſche Phyſik kann aber für die Undringlichkeit der erſten Körperchen und der Materie überhaupt gar keinen Grund angeben; mithin muß ſie die Grundkörperchen als abſolut undurchdringlich annehmen, und relative Undurchdringlichkeit kömmt der Materie nur alsdann zu, wenn ſie leere Räume enthält. Man ſieht daher auch gar nicht ein, wie die Grundkörperchen, in ſo fern ſie abſolut undurchdringlich, mithin keiner Zuſammendrückung fähig ſind, einem andern Körper Bewegung mittheilen können. Ja, da die Materie nach der mechaniſchen Phyſik keine urſprünglich bewegende Kräfte hat, die ihr zukommen, auch wenn ſie in Ruhe iſt, ſo muß man ihr Weſen in abſolute Trägheit ſetzen. Das iſt aber ein Begriff ohne Sinn. Einem Undinge kann aber weder was mitgetheilet noch was entzogen werden. Es ſieht ſich alſo ſelbſt die mechaniſche Phyſik in die Nothwendigkeit verſetzet, der Materie als Materie urſprüngliche zurückſtoßende und anziehende Kräfte beyzulegen, nur will ſie die Nahmen nicht haben.

Auf den ſphäriſchen Körper, welchen die mechaniſche Phyſik vorausſetzet, wirken nun die Grundkörperchen. Dadurch hält jener Körper die Atomen in ihrer Bewegung auf,

welche durch ihren Anſtoß demſelben eine gewiſſe Geſchwindigkeit mittheilen. Weil aber die Ströme der Atomen ſich nach allen möglichen Richtungen gegen den Körper gleich ſtark bewegen, ſo wird auch dieſer ruhig und im Gleichgewichte ſeyn.

Man nehme nun an, es befinde ſich im Raume ein anderer großer ſphäriſcher Körper. Die Grundkörperchen, welche den einen treffen, treffen den andern nicht, mithin werden ſich dieſe beyden Körper gegen einander bewegen, indem ſie die Ströme der Grundkörperchen gegen einander treiben, welche alſo die Urſache der Gravitation werden. Dieſe Grundkörperchen können die **ſchwermachenden Theile** heißen.

Aus allem bisher Angeführten erhellet hinlänglich, daß die mechaniſche Phyſik ſich auf gewiſſe Vorausſetzungen ſtützet, welche ganz begreiflich ſo angenommen werden können, daß man alles nach mechaniſchen Gründen zu erklären im Stande iſt, wenn ſie nur einmahl über die Hauptſchwierigkeit, welche von jeher allen Phyſikern und Philoſophen am meiſten zu ſchaffen gemacht hat, nämlich wie Materie überhaupt und urſprüngliche Bewegung derſelben möglich ſey, hinweg iſt. Mit dieſer Hauptſache aber läßt ſie ſich nicht ein, und kann ſich damit auch nicht einlaſſen, wenn ſie ihr Anſehen behaupten will. Nach dieſen Vorausſetzungen beweiſet Herr **le Sage** das Geſetz des freyen Falles der Körper aus ſeiner Hypotheſe von ſchwermachenden Theilchen. Hierzu nimmt er zuerſt an: ein Zeittheilchen, das eine unveränderliche Größe hat, in einer ganz eigentlichen Bedeutung ein Zeitatom iſt, und gar nicht zerſtückt werden kann; nun ſtößt die ſchwermachende Urſache den Körper nur im Anfange jedes ſolchen Zeitatoms; während daß er verfließt, wirkt ſie nicht in den Körper, nur wenn der nächſte anhebet, wiederhohlet ſie ihren Stoß. Hieraus bringt **le Sage** ein Geſetz zu Stande, welches dem bekannten des freyen Falles ſehr nahe kömmt. Man muß aber bey Herrn **le Sage's** Zeitatom ſtreng bleiben. Denn wenn man, wie Herr **Käſtner**, das Geſetz für eine theilbare Zeit berechnet,

rechnet, ſo ſtößt man auf Widerſprüche, welches aber le Sage nicht haben will, denn er rechnet nur für ganze Zeiten, nicht für Theile davon.

Die mechaniſche Phyſik geht von ſpekulativen Begriffen aus, welche ſich gar nicht anſchaulich darſtellen laſſen. Von den erſten Grundkörperchen u. ſ. f. iſt man immer noch berechtiget, Rechenſchaft zu verlangen. In der Natur gibt es weder etwas abſolut Undurchdringliches, noch abſolut Hartes, noch abſolut Dichtes. Denn alle Vorſtellungen von Undurchdringlichkeit, Härte, Dichtigkeit ſind beſtändig nur Vorſtellungen von Graden, über und unter welchen jederzeit noch größere oder kleinere bis ins Unendliche gedacht werden können, und folglich gibt es weder einen letzten noch einen erſten Grad. Man gelangt zur Vorſtellung vom abſolut Undurchdringlichen nicht anders, als dadurch, daß man die Freyheit des Geiſtes beſchränket. Iſt aber dieß einmahl geſchehen, ſo glaubt man auch von der Wirklichkeit dieſer Vorſtellung verſichert zu ſeyn, welche doch auf keine Weiſe durch die Erfahrung bewieſen werden kann.

Die mechaniſche Phyſik ſetzt alſo Materie und Bewegung derſelben voraus; denn die Möglichkeit von beyden iſt ſie nicht im Stande darzuthun, und gibt damit ſtillſchweigend zu, daß die Frage über die Möglichkeit der Materie und der Bewegung überhaupt eine Frage iſt, welche einer phyſikaliſchen Beantwortung ganz unfähig, und folglich in jeder Phyſik bereits als beantwortet voraus geſetzet werden muß.

Um aber dieſe Frage gehörig zu beantworten, muß man nothwendig den Begriff der Materie bis auf ſeinen erſten Urſprung verfolgen. Materie iſt aber nichts anders als Erſcheinung, mithin Wirkung der Natur, welche alſo offenbar wirkende Urſachen vorausſetzet. Bey allen möglichen Phänomenen in der Natur muß man zuletzt nothwendig bey der Anziehung und Zurückſtoßung ſtehen bleiben, Ausdrücke, welche in das Gebiet der Phyſik gar nicht mehr gehören, obgleich ſelbige dieſe überall vorausſetzet, und ohne ſie gar

nicht

nicht auskommen kann. Man geräth leicht auf den Gedanken, daß überhaupt das Weſen der Materie zurückſtoßende und anziehende Kräfte ausmachen, welche alſo, wenn gleich nicht Gegenſtände möglicher Anſchauung, doch Bedingungen der Möglichkeit aller objektiven Erkenntniß ſeyn. Denn Kräfte ſind doch einmahl nichts, was anſchaulich gemacht werden kann, und doch ſind ſie die einzigen Bedingungen der ganzen lebendigen Natur. Da dieſe alſo nothwendig allem vorangehen, was wir über Dinge der Erfahrung behaupten können, ſo müſſen wir ſchon im voraus vermuthen, daß ihr Urſprung unter den Bedingungen der menſchlichen Erkenntniß überhaupt zu ſuchen iſt. Wir wagen uns alſo nunmehr in ein Feld, wo wir Unterſuchungen des Begriffs von der Materie überhaupt anſtellen. Hierbey ſind nun zwey Wege möglich, nämlich der analytiſche und der ſynthetiſche. Bey dem erſtern zeigt man, daß die Materie überhaupt als etwas gedacht werden muß, was den Raum jedoch unter beſtimmten Schranken erfüllt, daß wir alſo als Bedingung ihrer Möglichkeit eine Kraft vorausſetzen müſſen, welche den Raum erfüllt, und eine andere jener entgegengeſetzte, welche dem Raume Grenzen und Schranken gibt. Allein bey dieſen Verfahren iſt es gar nicht möglich, daß die Möglichkeit, welche der Begriff urſprünglich mit ſich führet, unter der Hand verſchwindet, und daß man durch die Leichtigkeit, ihn in ſeine Beſtandtheile aufzulöſen, verführet wird, ihn ſelbſt als einen willkürlichen, ſelbſt gemachten Begriff zu betrachten, ſo daß ihm am Ende keine andere als bloß logiſche Bedeutung übrig bleibt. Sicherer iſt daher das ſynthetiſche Verfahren, bey welchem man den Begriff entſtehen läßt, und ſo in ſeinem Urſprunge ſelbſt den Grund ſeiner Nothwendigkeit findet.

Wenn das Weſen der Materie ein Produkt zurückſtoßender und anziehender Kräfte wäre, ſo können die Begriffe von dieſen Kräften unmöglich Verſtandesbegriffe ſeyn. Denn wenn unſer Wiſſen bloß auf Begriffen beruhete, ſo wäre keine Möglichkeit vorhanden, uns von irgend einer

Realität

Realität zu überzeugen. Bloße Begriffe ſind Worte ohne Bedeutung, ohne Sinn für den Geiſt. Alle Realität, welche ihm zukommen kann, gibt ihm nur die Anſchauung, die denſelben voranging. Und dieſerwegen kann und ſoll im menſchlichen Geiſte Begriff und Anſchauung, Gedanke und Bild nie getrennt ſeyn. Daß wir uns anziehende und zurückſtoßende Kräfte vorſtellen, könnte unmöglich etwas Reelles geben. Wir behaupten aber, die Materie ſey außer uns wirklich, und der Materie ſelbſt, in ſo fern ſie außer uns wirklich, nicht bloß in unſern Begriffen da iſt, kommen anziehende und zurückſtoßende Kräfte zu. Für uns aber iſt nichts wirklich, als was uns, ohne alle Vermittelung durch Begriffe, ohne alles Bewußtſeyn unſerer Freyheit, unmittelbar gegeben iſt. Wir können aber unmittelbar nichts erkennen, als durch die Anſchauung, mithin iſt Anſchauung das Höchſte in unſerem Erkenntniß. Es müßte folglich in der Anſchauung ſelbſt der Grund liegen, warum der Materie jene Kräfte nothwendig zukommen. Wir müßten aus der Beſchaffenheit unſerer äußern Anſchauung beweiſen können, daß das, was Objekt dieſer Anſchauung iſt, als Materie, d. h. als Produkt anziehender und zurückſtoßender Kräfte, angeſchauet werden muß. Daraus folgte alſo, daß ſie Bedingungen der Möglichkeit äußerer Anſchauung wären, und daher käme eigentlich die Nothwendigkeit, mit welcher wir ſie denken.

Aller Anſchauung geht aber ein Eindruck voran. Allein wie iſt ein ſolcher Eindruck von der Materie möglich? Auf die todte Materie kann keine Wirkung anders Statt finden, als daß ſie eine Gegenwirkung ausübet. Auf uns kann aber keine Wirkung Statt haben, wie auf todte Materie, ſondern ſie ſoll zum Bewußtſeyn kommen. Daher muß der Eindruck nicht nur auf eine urſprüngliche Thätigkeit in uns geſchehen, ſondern es muß auch dieſe Thätigkeit nach dem Eindrucke noch frey bleiben, um ihn zum Bewußtſeyn erheben zu können. Nur das wird wirklich, was frey auf uns wirkt, und unſerer freyen Thätigkeit uns gegen über iſt; aber

auch umgekehrt wird die freye oder urſprüngliche Thätigkeit in uns am Wirklichen zum Denken, zum ſelbſtbewußten Vorſtellen. Mit dem erſten Bewußtſeyn einer Außenwelt iſt auch das Bewußtſeyn von uns ſelbſt da, und umgekehrt, mit dem Bewußtſeyn von uns ſelbſt ſteht auch die wirkliche Welt vor unſern Augen. Der Glaube an die Wirklichkeit außer uns entſteht und wächſt mit dem Glauben an uns ſelbſt; beyde in innigſter Zuſammenwirkung ſind das Element unſeres Lebens und unſerer Thätigkeit.

Allem Vorſtellen und Denken in uns geht alſo nothwendig eine urſprüngliche Thätigkeit voran, welche in dieſer Rückſicht ſchlechthin unbeſtimmt und unbeſchränket iſt. Erſt durchs Daſeyn eines Entgegengeſetzten wird ſie beſchränkte und eben daher beſtimmte Thätigkeit. Wäre dieſe Thätigkeit unſeres Geiſtes urſprünglich beſchränkt, ſo könnte der Geiſt ſich nie beſchränkt fühlen. Er nimmt nur ſeine Beſchränkheit wahr, in ſo fern er zugleich ſeine urſprüngliche Unbeſchränkheit wahrnimmt. Auf dieſe urſprüngliche Thätigkeit nun wirkt eine ihr entgegengeſetzte, bis jetzt ebenfalls völlig unbeſtimmte Thätigkeit, und ſo haben wir zwey einander widerſprechende Thätigkeiten als nothwendige Bedingungen der Möglichkeit einer Anſchauung.

Auf unſern Geiſt kann aber nichts wirken, als er ſelbſt, oder was ſeiner Natur verwandt iſt. Darum iſt es nothwendig, die Materie als ein Produkt von Kräften vorzuſtellen; denn Kraft allein iſt das Nichtſinnliche an Objekten, und nur was ihm ſelbſt analog iſt, kann der Geiſt ſich gegen über ſtellen. Durch die erſte Einwirkung kann nun die urſprüngliche Thätigkeit nicht vernichtet, ſondern nur beſchränket werden. Da aber der Geiſt ſich als beſchränket fühlen ſoll, ſo muß er fortfahren, überhaupt frey zu handeln, und auf den Punkt jenes Widerſtandes zurückzuwirken. Es ſind alſo im Geiſte vereiniget Thätigkeit und Leiden, eine urſprünglich freye, und in ſo fern unbeſchränkte Thätigkeit nach außen, und eine andere, dem Geiſte abgedrungene Thätigkeit auf ſich ſelbſt. Letztere kann man als die Schranke

der erſtern betrachten. Jede Schranke iſt aber nur als Negation des Poſitiven gedenkbar, mithin iſt jene Thätigkeit poſitiver, dieſe negativer Beſchaffenheit. Jene äußert ſich völlig unbeſtimmt, und geht in ſo fern ins Unendliche, dieſe ſetzt jener Schranke und Beſtimmtheit, und geht in ſo fern auf ein Endliches. Soll ſich alſo der Geiſt als beſchränkt fühlen, ſo muß er dieſe zwey entgegengeſetzten Thätigkeiten, die unbeſchränkte und beſchränkende frey zuſammenfaſſen. Er fühlt nur ſeine jetzige Beſchränkheit zugleich mit ſeiner urſprünglichen Unbeſchränktheit, wenn er dieſe auf jene und umgekehrt bezieht. Sobald alſo der Geiſt poſitive und negative Thätigkeit in einem Augenblicke zuſammenfaßt, ſo wird das Produkt immer ein endliches Produkt ſeyn. Und da es gemeinſchaftliches Produkt unbeſchränkter und beſchränkender Thätigkeit ſeyn ſoll, ſo wird es vorerſt in ſich begreifen eine Thätigkeit, welche an ſich nicht beſchränkt iſt, ſondern, wenn ſie beſchränkt werden ſoll, erſt durch ein Entgegenſtrebendes beſchränket werden muß. Es ſolla ber das Produkt ein Endliches ſeyn, alſo wird es auch die entgegengeſetzte Thätigkeit enthalten, welche urſprünglich und ihrer Natur nach beſchränkend iſt. Folglich wird das gemeinſchaftliche Produkt, welches wir ſuchten, durch Zuſammenwirkung einer urſprünglich poſitiven, und einer urſprünglich negativen Thätigkeit entſtehen.

Die Handlung des Geiſtes nun, in welcher er aus unbeſchränkter und beſchränkender Thätigkeit in ſich ſelbſt ein gemeinſchaftliches Produkt ſchafft, heißt **Anſchauung**.

Aus allen dieſen läßt ſich nun ſchließen, daß das Produkt der Anſchauung nothwendig ein Endliches ſey, welches aus entgegengeſetzten, wechſelſeitig ſich beſchränkenden Thätigkeiten entſtehet.

Daraus iſt klar, daß Anſchauung das Höchſte im menſchlichen Geiſte, dasjenige iſt, was eigentlich ſeine Geiſtigkeit ausmacht. Denn ein Geiſt iſt, was aus dem urſprünglichen Streite ſeines Selbſtbewußtſeyns eine objektive Welt zu ſchaffen, und dem Produkt in dieſem Streite eine Fortdauer zu

geben

geben vermag. Im todten Objekte ruht alles, in ihm herrſcht kein Streit, ſondern ewiges Gleichgewicht. Wo phyſiſche Kräfte ſich entzweyen, bildet ſich allmälig belebte Materie; in dieſem Kampf entzweyeter Kräfte dauert das Lebendige fort, und eben darum allein betrachten wir es als ein ſichtbares Analogon des Geiſtes. Im geiſtigen Weſen aber iſt ein urſprünglicher Streit entgegengeſetzter Thätigkeiten, und erſt aus dieſem Streite geht eine wirkliche Welt hervor. Mit dem unendlichen Geiſt erſt iſt eine Welt da, und die ganze Wirklichkeit iſt doch nichts anders, als jener urſprüngliche Streit in unendlichen Produktionen und Reproduktionen. Kein objektives Daſeyn iſt möglich, ohne daß es ein Geiſt erkenne, und umgekehrt, kein Geiſt iſt möglich, ohne daß eine Welt für ihn da ſey.

Jetzt wird alſo vorausgeſetzet, daß Anſchauung ſelbſt unmöglich iſt, ohne urſprünglich ſtreitende Thätigkeiten, und umgekehrt, daß der Geiſt nur in der Anſchauung den urſprünglichen Streit ſeines Selbſtbewußtſeyns zu enden vermöge.

Daraus iſt nun auch klar, daß das Produkt der Anſchauung jene entgegengeſetzte Thätigkeiten in ſich vereinigen muß. Dieſes Produkt kann der Verſtand nur deßwegen als ein ſolches auffaſſen, das unabhängig von ihm durch den Zuſammenſtoß entgegengeſetzter Kräfte wirklich geworden iſt, weil es ein ſchöpferiſches Vermögen in uns aus dieſem Streite hervorgehen ließ. Es iſt alſo dieß Produkt nicht da durch Zuſammenſetzung ſeiner Theile, ſondern umgekehrt, ſeine Theile ſind da, nachdem erſt das Ganze durch ein ſchöpferiſches Vermögen wirklich geworden iſt.

Hat alſo einmahl unſer Geiſt dem Produkte in der Anſchauung Selbſtdaſeyn und Unabhängigkeit gegeben, ſo muß es ſich nun als Objekt dem Verſtande darſtellen, welches unabhängig von demſelben iſt. In dieſem Objekte aber ſind zugleich jene entgegengeſetzte Thätigkeiten, aus welchen es in der Anſchauung hervorgieng, permanent geworden. Es erſcheinet daher als etwas, welches völlig unabhängig von

unſerer Freyheit da iſt. Die entgegengeſetzten Thätigkeiten als erſcheinen als Kräfte, welche dem Objekte an ſich ſelbſt, ohne allen Bezug auf ein mögliches Erkenntniß, zukommen. Für den Verſtand ſind ſie als bloß etwas Gedachtes und durch Schlüſſe Gefundenes. Aber er ſetzt ſie als reell voraus, weil ſie aus der Natur des Geiſtes und der Anſchauung ſelbſt nothwendig entſpringen. Ueberhaupt iſt Kraft nur ein Verſtandesbegriff, der nicht angeſchauet werden kann, und aus dem Verſtande entſprungen läßt er völlig unbeſtimmt, was urſprünglich auf uns gewirket hat. Denn er gilt nur vom Produkte der Anſchauung, in ſofern ihm der Verſtand Selbſtdaſeyn gegeben hat. Es iſt aber das Produkt der Anſchauung ſelbſt nichts Urſprüngliches, ſondern ein gemeinſchaftliches Produkt objektiver und ſubjektiver Thätigkeit. Es ſind folglich die Grundkräfte der Materie nichts anders, als der Ausdruck jener urſprünglichen Thätigkeiten für den Verſtand. Die eine dieſer urſprünglichen Thätigkeiten iſt urſprünglich poſitiv, und ihrer Natur nach unbeſchränkt, nur durch eine entgegengeſetzte Thätigkeit beſchränkbar. Die Kraft alſo, welche ihr im Objekt entſpricht, wird ebenfalls eine poſitive Kraft ſeyn, welche, wenn ſie auch beſchränkt iſt, wenigſtens gegen die Beſchränkung ein Beſtreben äußert, welches unendlich iſt, und durch keine entgegengeſetzte Kraft je völlig aufgehoben oder vernichtet werden kann. Dieſer Grundkraft der Materie kann man ſich alſo nicht anders verſichern, als dadurch, daß man entgegengeſetzte Kräfte auf ſie handeln läßt. Das Beſtreben nun, welches ſie gegen ſolche Kräfte äußert, kündiget ſich unſerem Gefühle als eine zurücktreibende oder repellirende Kraft an. Wir gedenken uns dieſes Beſtreben als Undurchdringlichkeit nicht als abſolut, ſondern dem Grade nach als unendlich, die andere urſprüngliche Thätigkeit iſt beſchränkend, urſprünglich negativ, und in dieſer Eigenſchaft gleichfalls unendlich. Die Kraft alſo, welche ihr im Objekt entſpricht, muß ebenfalls negativer Art und urſprünglich beſchränkend ſeyn. Da dieſe nur im Gegenſatz gegen eine poſitive Kraft Wirklichkeit hat, ſo muß ſie der

repulſi-

repulſiven Kraft geradezu entgegengeſetzet, d. h. ſie muß attraktive Kraft ſeyn.

Die urſprüngliche Thätigkeit des Geiſtes iſt völlig unbeſtimmt, hat folglich keine beſtimmte Richtung, d. h. ſie hat alle mögliche Richtungen, die nur noch nicht unterſchieden werden können, ſo lange ſie alle gleich unendlich ſind. Wenn aber die urſprüngliche Thätigkeit durch die entgegengeſetzte beſchränkt wird, ſo werden alle jene Richtungen **beſtimmte, endliche** Richtungen, und die urſprüngliche Thätigkeit handelt jetzt nach allen möglichen beſtimmten Richtungen. Hierdurch erlangt der Geiſt den Begriff vom Raume, welcher nach drey Dimenſionen ausgedehnet iſt. Bey der Anwendung dieſes Begriffs auf repulſive Kraft entſpringt der Begriff von einer Kraft, welche nach allen möglichen Richtungen agiret, oder welches daſſelbe iſt, den Raum nach drey Dimenſionen zu erfüllen ſtrebet.

Eine urſprünglich negative Kraft hat als ſolche gar keine Richtung. Denn in ſofern ſie ſchlechthin beſchränkend iſt, iſt ſie in Rückſicht auf den Raum einem Punkte gleich. Wenn ſie aber im Streit mit einer entgegengeſetzten poſitiven Thätigkeit gedacht wird, ſo iſt ihre Richtung durch die letztere beſtimmt. Umgekehrt kann auch die poſitive Thätigkeit auf die negative nur nach dieſer einen Richtung zurückwirken. Und ſo haben wir eine Linie zwiſchen zwey Punkten, welche vorwärts eben ſo gut als rückwärts beſchrieben werden kann. Im Zuſtande der Anſchauung beſchreibt auch der menſchliche Geiſt die gerade Linie wirklich. Eben dieſelbe Linie, in welcher ſeine urſprüngliche Thätigkeit beſchränket wurde, beſchreibet er wieder, indem er auf den Punkt des Widerſtandes zurückwirket. Dadurch erhält der Geiſt den Begriff von der Zeit, welche nur nach einer Dimenſion ausgedehnet iſt. Bey der Anwendung dieſes auf die attraktive Kraft der Materie läßt ſich begreifen, daß ſie eine Kraft iſt, welche nur nach einer Dimenſion wirkt, oder eine Kraft, welche für alle mögliche Linien ihrer Thätigkeit nur eine Richtung hat. Dieſe Richtung gibt der idealiſche Punkt, in dem man ſich alle

Theile der Materie vereiniget denken müßte, wenn die attraktive Kraft abſolut wäre. Wenn die Materie wirklich in einem mathematiſchen Punkte vereiniget wäre, ſo hörte nun der Raum auf erfüllt zu ſeyn, und es wäre keine Materie mehr. In dieſer Rückſicht kann alſo die anziehende Kraft im Gegenſatz gegen die zurückſtoßende als eine ſolche betrachtet werden, welche den Raum aufs Leere zurückzubringen beſtrebet iſt. Wenn die repulſive Kraft aller Grenze entgegen ſtrebet, ſo ſtrebt die attraktive Kraft umgekehrt alles auf abſolute Grenze zurückzubringen. Jene ohne Schranken gedacht wäre Raum ohne Zeit, dieſe ebenfalls ohne Schranken, wäre Zeit ohne Raum, Grenze ohne Sphäre. Daraus iſt begreiflich, daß Raum nur durch Zeit beſtimmbar iſt, und daß im unbeſtimmten abſoluten Raume nicht in der Folgenreihe, ſondern alles nur zugleich gedacht werden kann; daher ferner, daß Zeit nur durch Raum beſtimmbar ſey, daß in einer abſoluten Zeit nichts außer einander gedacht werden muß.

Da nun jedes Objekt ein Endliches, Beſtimmbares ſeyn muß, ſo iſt es von ſelbſt klar, daß es weder Grenze ohne Sphäre, noch Sphäre ohne Grenze ſeyn kann. Wird es ein Gegenſtand des Verſtandes, ſo iſt es die Repulſivkraft, welche ihm Sphäre, und die Attraktivkraft, welche ihm Grenze gibt. Mithin ſind beyde Grundkräfte. Alles Objekt der äußern Sinne iſt als ſolches nothwendig Materie, d. h. ein durch anziehende und zurückſtoßende Kräfte begrenzter und erfüllter Raum. Man ſieht alſo nunmehr hinlänglich ein, daß das Weſen der Materie ganz allein zurückſtoßende und anziehende Kräfte ausmachen, und daß ſich alle Phänomene in der Natur zuletzt in dieſe Kräfte müſſen auflöſen, welche folglich der Grund von allen ſind.

Nach dieſen Unterſuchungen ſind wir nun auch fähig, den Begriff der Materie analytiſch zu behandeln, und die Grundſätze der dynamiſchen Lehre aus dieſem Begriffe allein herzuleiten. Dieß iſt bereits vom Herrn Kant ausführlich geſchehen,

ſchehen, ſo daß hier nur nöthig iſt, die vorzüglichſten Sätze daraus anzuführen.

Die Materie erfüllt einen Raum nicht durch bloße Exiſtenz, ſondern durch eine ihr eigene ausdehnende Kraft, welche ihren beſtimmten Grad hat, über dem größere und kleinere Grade bis ins Unendliche gedacht werden können. Durch eine ſolche Kraft wird erſt die mechaniſche Bewegung der Materie möglich. Denn Materie ohne dieſe Kraft gedacht iſt bloß etwas Denkbares, aber nie etwas Reelles, welches Gegenſtand der Anſchauung ſeyn kann.

Dieſer urſprünglich bewegenden Kraft iſt aber nothwendig eine andere gleichfalls urſprünglich bewegende Kraft entgegengeſetzet, und dieſe iſt anziehende Kraft. Denn hätte die Materie allein zurücktreibende Kräfte, ſo würden ſie ſich ins Unendliche zerſtreuen, und folglich den Raum unerfüllt laſſen, mithin gar keine Materie möglich ſeyn. Da aber zurückſtoßende Kräfte weder durch ſich ſelbſt, noch durch den leeren Raum, noch durch andere Materie urſprünglich beſchränkt werden können, ſo muß eine urſprüngliche Kraft der Materie, welche in entgegengeſetzter Richtung der zurückſtoßenden wirkt, d. h., eine anziehende Kraft angenommen werden, welche nicht einer beſondern Art von Materie, ſondern der Materie überhaupt als ſolcher zukömmt. Weil nun ein Endliches überhaupt ein Produkt zwey entgegengeſetzter Kräfte ſeyn kann, ſo ſieht man deutlich, daß dieſe beyden Grundkräfte, zurückſtoßende und anziehende, zum Weſen der Materie gehören. Da ferner klar iſt, daß das Negative überhaupt in logiſcher Bedeutung nichts an ſich ſelbſt, ſondern nur die Verneinung des Poſitiven iſt, ſo iſt klar, daß die repulſive Kraft nothwendig der attraktiven vorangehen müſſe. Allein daraus folgt nicht, daß in der Wirklichkeit die eine der andern vorangehe, indem eine jede nur einzeln da iſt, in ſofern ihre entgegengeſetzte da iſt, d. h., ſie ſind ſelbſt in Rückſicht auf einander wechſelſeitig poſitiv und negativ, jede einzelne beſchränkt nothwendig die Wirkung der andern, und nur dadurch werden ſie urſprüngliche Kräfte einer Materie.

Die Atomiſtiker ſuchen alles auf Anziehung zurück zu bringen, und betrachten die Repulſion bloß als ſcheinbar. Allein aus bisheriger Erörterung erhellet, daß bloßes Anziehen ſich auf einen einzigen imaginären Punkt beziehet oder auf abſolute Grenze. Um alſo auch nur Anziehung vorſtellen zu können, muß man nothwendig zwiſchen zwey Punkten Zurückſtoßung vorausſetzen.

Anziehungskraft ohne Zurückſtoßungskraft iſt daher objektivlos, Zurückſtoßungskraft ohne Anziehungskraft formlos. Die Zurückſtoßungskraft ſtellt die urſprüngliche, bewußtloſe, geiſtige Thätigkeit vor, welche ihrer Natur nach unbeſchränkt iſt; die Anziehungskraft aber die bewußte, beſtimmte Thätigkeit, die allem erſt Form, Grenze und Umriß gibt. Das Objekt iſt aber nie ohne Grenze, und Materie nie ohne Form; mithin iſt es widerſinnig, beydes in der Wirklichkeit von einander zu trennen. Da aber das Objekt nach einer gewöhnlichen Täuſchung früher zu ſeyn ſcheinet, als ſeine Form, ſo erlangt dadurch das Materiale in der Vorſtellung eine gewiſſe Urſprünglichkeit vor dem Formalen des Objektes, wiewohl in der Wirklichkeit keines ohne das andere und das eine nur durch das andere da iſt.

Alles alſo, was an der Materie, Form, Grenze, Beſtimmung iſt, müſſen wir nothwendig auf Anziehungskraft zurückführen. Ueberhaupt beruht das Reale der Materie auf Zurückſtoßungskraft, und daß dieſes Reale unter dieſen beſtimmten Schranken, dieſer beſtimmten Form erſcheinet, beruhet auf Anziehungskraft. Dieſerwegen können wir auch Zurückſtoßungskraft in der Anwendung nicht weiter gebrauchen, als überhaupt begreiflich zu machen, wie Materie möglich iſt. Wenn wir aber daraus erklären wollen, wie ein beſtimmtes Syſtem der Welt möglich ſey, ſo kann uns die repulſive Kraft gar keine weitere Auskunft geben. So können wir die Bewegungen der Himmelskörper ganz allein aus den Geſetzen der allgemeinen Anziehung erklären. Denn die zurückſtoßende Kraft iſt nur die negative Beſtimmung für ein beſtimmtes Syſtem von Weltkörpern, nicht aber die poſitive

Beſtim-

Beſtimmung, unter welcher allein gerade dieß beſtimmte Syſtem möglich iſt. Als eine ſolche Beſtimmung können wir bloß die Geſetze der allgemeinen Anziehung betrachten, weil man von dieſer alles herleiten muß, was in einem Syſtem Form und Beſtimmung iſt. Unmöglich konnte **Newton** die Geſetze von den Bewegungen der Himmelskörper erfinden, wenn er nicht (ſtillſchweigend) annahm, daß die Materie urſprüngliche Anziehung beſitze, welche ſich nach der Quantität der Materie richtet. Hieraus erhellet zugleich auch die Unrichtigkeit von der Behauptung des Hrn. **Gren**, daß die Kraft der Schwere keine nothwendige, mit dem Begriff der Materie unzertrennlich verknüpfte Eigenſchaft ſey.

Es können aber die Grundkräfte in ihrer Schrankenloſigkeit gar nicht vorgeſtellet werden; daher muß es über jedem Grad einer ſolchen Kraft ein höherer und unter ſelbigem ein niederer geben; mithin iſt auch das Maß einer Grundkraft allein der Grad der Kraft, welchen eine äußere Kraft anwenden muß, entweder den Körper zuſammenzudrücken, oder den Zuſammenhang ſeiner Theile aufzuheben. Weil nun einem jeden Körper urſprüngliche expanſive Kraft zukömmt, welche auch Elaſticität genannt wird, ſo folgt, daß die Materie ins Unendliche zuſammengedrückt, nie aber durchdrungen werden könne, denn dieß ſetzte eine Vernichtung der repellirenden Kraft voraus.

Läßt man die Materie ins Unendliche ſich ausdehnen, ſo muß ihre repulſive Kraft unendlich klein werden, indem ſie ſich verkehrt wie Räume verhält, in welche ſie wirkt; läßt man ſie bis ins Unendliche zuſammengedrückt werden, ſo iſt ihre repellirende Kraft unendlich groß. Keines von beyden aber kann Statt finden, wenn Materie möglich ſeyn ſoll. Mithin muß man eine unendliche Menge von Graden zwiſchen jedem Zuſtande der Zuſammendrückung und der Durchdringung, ſo wie zwiſchen jedem Zuſtande der Expanſion und der unendlichen Ausdehnung annehmen. Dadurch aber iſt man der Nothwendigkeit überhoben, mit der mechaniſchen Phyſik Grundkörperchen anzunehmen, für deren

Undurchdringlichkeit es weiter keinen Grund gibt, und ſo alle weitere Unterſuchungen auf einmahl abgeſchnitten werden. Hiernach iſt nun keine Materie einer Zuſammendrückung fähig, als in wie fern ſie leere Zwiſchenräume hat, welche aber durch keine einzige Erfahrung dargethan werden können. Nach dem dynamiſchen Syſteme iſt die Annahme von leeren Zwiſchenräumen dadurch völlig unnöthig, daß man die Materie urſprünglich ſchon nur durch Wechſelwirkung von Kräften entſtehen läßt, ſo daß zwiſchen jedem Grade derſelben bis zum völligen Verſchwinden aller Intenſität eine unendliche Menge von Zwiſchengraden möglich iſt.

Da ferner die Materie nichts anders iſt als ein Produkt entgegengeſetzter Kräfte, ſo fällt auch die Behauptung der Sophiſten in Anſehung der unendlichen Theilbarkeit der Materie weg, daß nämlich die Materie aus unendlich vielen Theilen beſtehe, ſo wie man eben ſo wenig nöthig hat, mit dem Atomiſtiker der Freyheit der Einbildungskraft im Theilen Grenzen zu ſetzen. Die Theilbarkeit der Materie ins Unendliche aber iſt ein vorzüglicher Beweis, daß die Materie kein für ſich beſtehendes Ding ſeyn kann. Denn ſie mag getheilet werden, ſo viel als man will, ſo findet man nie ein anderes Subſtrat derſelben, als dasjenige, was ihr unſere Einbildungskraft gibt.

Das die Materie aus Theilen beſtehe, iſt ein bloßes Urtheil unſeres Verſtandes. Sie beſteht nämlich aus Theilen, wenn und ſo lange wir ſie theilen wollen. Aber daß ſie urſprünglich aus Theilen beſtehe, iſt Täuſchung; denn urſprünglich entſteht ſie als ein Ganzes aus entgegengeſetzten Kräften, und erſt durch dieſes Ganze in der Anſchauung werden Theile für den Verſtand möglich.

So wäre es alſo nunmehr bewieſen, daß man ſich ohne Zurückſtoßungs- und Anziehungskräfte gar keine Materie gedenken könne, und daß ihr dieſe in Rückſicht auf unſer Erkenntniß abſolut nothwendig zukommen müſſen. Das Nothwendige aber fühlet der Geiſt nur im Gegenſatz gegen das Zufällige. Jede Vorſtellung muß alſo Nothwendiges,

ges und Zufälliges in ſich vereinigen. Zurückſtoßende und anziehende Kraft geben überhaupt nur begrenzte Sphäre, daß aber Materie dieſe oder jene beſtimmte Materie beſitze, erſcheinet uns als zufällig, weil dieſe Beſtimmung nicht mehr zu den Bedingungen der Anſchauung überhaupt gehöret. Gleichwohl iſt aber das Objekt und ſeine Beſtimmung in der Anſchauung nie getrennt. Daraus iſt alſo klar, daß ſchon in der erſten Anſchauung, damit unſer Geiſt das Nothwendige unterſcheide, Nothwendiges und Zufälliges innigſt vereiniget ſind. Alles aber, was uns zufällig erſcheinet, als die beſtimmte Grenze, die Größe des Objektes, der Grad von Kraft, mit welchem ſeine Theile zuſammenhangen, iſt bloß erfahrungsmäßig erkennbar. Daher iſt es ſchlechterdings unmöglich, irgend etwas von dem beſtimmten Zuſammenhange und der ſpecifiſchen Verſchiedenheit der Materie a priori auszumachen. Es iſt daher völlig ungegründet, wenn Herr **Gren** bloß darum anziehende und zurückſtoßende Kraft als Grundkräfte annimmt, um den Zuſammenhang der Theile der verſchiedenen uns umgebenden Körper zu erklären, und die Schwerkraft als eine abgeleitete zu betrachten. Denn was die urſprüngliche Cohäſion betrifft, ſo ſcheinen wir genöthiget zu ſeyn, bey dem Ausdrucke des Phänomens ſtehen zu bleiben, und abgeleitete Cohäſion iſt ſolche, welche nicht zur Möglichkeit der Materie überhaupt gehöret. M. ſ. **Cohäſion**.

M. ſ. metaphyſiſche Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft von **Iman. Kant**. Riga 1787. 8. Ideen zu einer Philoſophie der Natur von **Schelling** S. 114 u. f.

Grundſtoffe der Körper, Beſtandtheile, ungleichartige Theile (partes conſtituentes) heißen diejenigen Beſtandtheile, in welche die Körper durch chemiſche Zerſetzung zerleget werden. Dieſe Theile ſind weder dem Ganzen, wovon ſie herrühren, noch unter einander ſelbſt in ihren Eigenſchaften und in ihrer Natur ähnlich; erſt in der gehörigen Verbindung und im gehörigen Verhältniſſe machen ſie zuſammen das uns gleichartig erſchei-

nende Ganze aus. Sind die Grundſtoffe eines Körpers ſo mit einander verbunden, daß die Maſſe, welche ſie zuſammen ausmachen, in ihren kleinſten Theilen ſich den Sinnen gleichartig zeigt, ſo heißt alsdann die Materie, welche ſie bilden, **gemiſcht**, im entgegengeſetzten Falle aber **gemengt**. Bey gemiſchten Körpern iſt folglich eine chemiſche Durchdringung der Beſtandtheile derſelben vorangegangen, welches bey gemengten Körpern keinesweges der Fall iſt. Bey dieſen behalten nämlich diejenigen Theile, die unter einander vermengt werden, ihre vorige Natur. Bey Vermiſchungen hingegen bilden die verſchiedenen Beſtandtheile einen Körper von ganz eigener Natur und von ganz andern Eigenſchaften, als die Beſtandtheile desſelben hatten.

Wenn die aus einem gemiſchten oder gemengten Körper erhaltenen Beſtandtheile ſelbſt noch weiter gemiſcht ſind, und als Gemiſche darin ſo präexiſtiren, wie man ſie durch chemiſche Zerlegung darſtellet, ſo nennt man ſie **nähere Beſtandtheile** (partes proximae), und ihre weitern ungleichartigen Grundſtoffe die **entferntern Beſtandtheile** (partes remotae) des Körpers. Z. B.

Atmoſphäriſche Luft					
Lebensluft		Stickgas		kohlenſaures Gas	
Sauerſtoff	Wärmeſtoff	Stickſtoff	Wärmeſtoff	Kohlenſäure	Wärmeſtoff
			Kohlenſtoff	Sauerſtoff.	

Die entferntern Beſtandtheile, welche nicht weiter aus ungleichartigen Theilen zuſammengeſetzet ſind, heißen **Elemente, Uranfänge** (elementa). M. ſ. den Artikel **Elemente**.

Die einfachern Stoffe des Thier- und Pflanzenreichs ſind: **Kohlenſtoff, Waſſerſtoff, Stickſtoff, Phosphor, Sauerſtoff**; dann auch **Schwefel, feuerbeſtändige Alkalien, Kalkerde** und **Eiſen**. Hierzu rechnen einige noch den **Brennſtoff**.

Die

Die nähern Beſtandtheile des Pflanzenreichs ſind dieſe, **Schleim, Zucker, Stärke, Kleber, Eyweißſtoff, Weinſtein, Weinſteinſäure, Sauerkleeſalz, Sauerkleeſäure, Citronenſäure, Aepfelſäure, Benzoeſäure, Gallusſäure, Harz, Gummiharz, Federharz, fettes Oel, ätheriſches Oel, Kampfer, ſcharfer Stoff, narcotiſcher Stoff** und **fadiges Gewebe.**

Die nähern Beſtandtheile des thieriſchen Körpers ſind: **Gallerte, Fett, Eyweißſtoff, Faſerſtoff, Knochenmaterie, Milchzucker, Ameiſenſäure, Kohlenſäure, Kalkerde der Schalthiere** u. a.

Gummiharze ſ. **Harze.**

Gyps (gypſum, gypſe, plâtre) iſt im Grunde nichts weiter als eine natürliche ſchwefelſaure Kalkerde. In der Natur findet man den Gyps häufig und in Menge mehr oder weniger durchſichtig und in verſchiedener Geſtalt und Härte. In durchſichtigen dünnen und glänzenden Blättern, welche genau über einander liegen, und ganze durchſichtige Maſſen bilden, heißt er **Fraueneis, Frauenglas, Marieneis, Gypsſpath, Katzenſpath** (lapis ſpecularis, glacies Mariaeſtirium pellucidum, pierre ſpeculaire); in Faſern, welche der Länge nach über einander liegen, heißt er **faſeriger Gyps, Strahlengyps** (gypſum ſtriatum, gypſe à filets); in halbdurchſichtigen körnichten Steinmaſſen, **dichter Gyps** oder **Alabaſter** (gypſum alabaſtrum, alabâtre gypſeux).

In der Hitze wird der Gyps undurchſichtig, wenn er vorher durchſichtig war, und ſehr zerreiblich und locker, wenn er Feſtigkeit und Härte beſaß. In dieſem Zuſtande nennt man ihn **gebrannten Gyps** (gypſum vſtum), auch an manchen Orten **Gypskalk** oder **Sparkalk.** Dieſer gebrannte Gyps ſaugt das Waſſer, welches mit ihm vermengt wird, mit vieler Kraft ein, und verhärtet damit wieder zu einem ſteinartigen Körper. Hierauf gründet ſich die Anwendung des Gypſes zum **Gypsmörtel.** Soll aber der Gyps hierzu mit Vortheil gebrauchet werden, ſo muß

er weder zu wenig, noch zu viel gebrannt werden; denn in beyden Fällen erhärtet er mit dem Waſſer nicht gehörig. Außerdem aber muß ihm weder zu viel noch zu wenig Waſſer zugeſetzet werden. Im erſten Falle verhärtet er zu langſam und im andern findet er weniger Waſſer, als er in ſich nehmen und binden kann, und verhärtet daher nicht gehörig. Bey der Vereinigung desſelben mit dem Waſſer dehnet er ſich in einen größern Raum aus, und nimmt an Gewicht zu, ohne daß er nachher an der Luft dieſen Zuwachs ganz wieder verlieret.

Im heftigen Feuer, ſo wie vor dem Löthrohre, fließt der Gyps endlich zu einer Art von Glas, nach Herrn **Gerhard** aber nicht im Kreidentiegel, ſondern nur im Thontiegel.

Der Gyps unterſcheidet ſich von dem Kalke darin, daß er mit den Säuren nicht brauſet, und ſich nicht darin auflöſet. **Marggraf***) hat durch Zerlegungen und Zuſammenſetzungen entſcheidend dargethan, daß der Gyps nichts anders als eine mit Schwefelſäure geſättigte Kalkerde ſey, welche von Natur kryſtalliſiret iſt, durchs Brennen aber derſelben das Kryſtalliſationswaſſer entzogen wird.

Was für ein wichtiges Produkt der Gyps aber in der Anwendung iſt, iſt jedermann bekannt.

H.

Haarröhren (tubi capillares, tuyaux capillaires, tubus capillaires) ſind hohle Röhren, deren innere Höhlung etwa den Durchmeſſer eines Pferdehaares und etwas darüber hat, und welche an beyden Enden offen ſind. Ueberhaupt rechnet man ſchon zu den Haarröhrchen ſolche Glasröhren, deren Durchmeſſer ihrer Höhlung nicht über $\frac{1}{10}$ des rheinländiſchen Zolles beträgt, und **'sGraveſand** verſtattet ſogar $\frac{1}{6}$ Zoll.

Wenn

*) Chymiſche Schriften Th. II. Berlin 1767. 8. Abhandl. X. §. 5. S. 139. f.

Wenn Haarröhrchen in eine flüſſige Materie, welche am Glaſe zerfließet, geſtellet werden, ſo ſteigt die Flüſſigkeit in den Röhren in die Höhe, und erhebt ſich noch über die Oberfläche der flüſſigen Materie. Die Höhe über der äußern Oberfläche der flüſſigen Materie in den Haarröhrchen iſt verſchieden, nachdem die Durchmeſſer bald größer bald kleiner, und die Flüſſigkeiten ſelbſt nebſt dem Glaſe, woraus ſie verfertiget worden, verſchieden ſind. Nach hydroſtatiſchen Geſetzen ſollte die Flüſſigkeit in den Haarröhrchen nicht höher als die Flüſſigkeit außerhalb denſelben ſtehen. Es kann alſo der Grund des Erhebens der Flüſſigkeit in den Haarröhrchen über die äußere Oberfläche ganz allein in der Kraft der Adhäſion geſuchet werden. Weil nämlich die flüſſige Materie an dem Glaſe zerfließet, ſo muß ſie ebenfalls in den Haarröhren an den Wänden höher als in der Mitte ſtehen; da aber die Röhrchen ſehr enge ſind, ſo fließt der Ring, welchen die Flüſſigkeit in ſelbigen bildet, zuſammen; wegen der fortwirkenden Adhäſionskraft aber bildet ſich von neuem ein Ring, fließt wieder zuſammen u. ſ. f. bis zuletzt das Gewicht der kleinen Waſſerſäule in den Haarröhrchen über der äußern Oberfläche mit der Adhäſionskraft gleich iſt.

Man hat bisher noch kein allgemeines Geſetz auffinden können, nach welchem ſich die aufgeſtiegene Höhe der verſchiedenen Flüſſigkeiten in den Haarröhrchen richtete; daher kann ſie auch einzig und allein aus der Erfahrung beſtimmt werden; keinesweges aber richtet ſie ſich nach dem Verhältniſſe der ſpecifiſchen Gewichte der flüſſigen Materien. Außerdem iſt es auch ſehr wohl begreiflich, daß ſelbſt einerley Flüſſigkeit in Haarröhrchen von gleicher Oeffnung, welche aber aus verſchiedenem Glaſe ſind verfertiget worden, auf verſchiedene Höhen ſteigen.

Wenn Haarröhrchen von einerley Glaſe mit verſchiedenen Oeffnungsdurchmeſſern in einerley flüſſige Materie geſtellet werden, ſo verhalten ſich die Höhen, auf welche die Flüſſigkeit in ſelbigen hinaufſteiget, umgekehrt wie die ver-

ſchiedenen

ſchiedenen Durchmeſſer der Oeffnungen. Vermöge geometriſcher Gründe verhalten ſich die körperlichen Räume zweyer Cylinder von gleichen Höhen aber ungleichen Grundflächen wie ihre Grundflächen. Wäre nun das eine Haarröhrchen noch einmahl ſo weit, als das andere, ſo würden ſich die beyden gleich hohen Säulen zu einander wie 4 : 1 verhalten, mithin würde die Waſſerſäule in dem weiten Haarröhrchen auch ein viermahl größeres Gewicht haben müſſen, und könnte folglich mit der Waſſerſäule in dem engen Haarröhrchen nicht anders das Gleichgewicht halten, als wenn das Waſſer viermahl niedriger ſtände. Da aber bey einer noch einmahl ſo weiten Röhre auch noch einmahl ſo viele Berührungspunkte Statt finden, die Adhäſion aber von einerley Körper ſich wie die Menge der Berührungspunkte verhält, ſo müßte auch die Waſſerſäule in dem noch einmahl ſo weiten Haarröhrchen noch einmahl ſo hoch als in dem engern ſteigen. Folglich ſind die Höhen in einer flüſſigen Materie in den Haarröhrchen von ungleichen Weiten in einem zuſammengeſetzten Verhältniſſe, aus dem geraden der Durchmeſſer und dem verkehrten der Quadrate der Durchmeſſer, d. h. ſie verhalten ſich umgekehrt wie ihre Durchmeſſer. Man nehme an, es ſey der Durchmeſſer des einen Haarröhrchens A = 1, und der Durchmeſſer des andern B = 2, ſo hat man nach dem eben Geſagten

1. Höhe in A: Höhe in B = 4:1 und
2. Höhe in A: Höhe in B = 1:2, folglich,

wie bey zuſammengeſetzten Verhältniſſen Statt findet,

Höhe in A: Höhe in B = 4:2 = 2:1, d. h.

umgekehrt wie ihre Durchmeſſer.

Solche flüſſige Materien, deren Theile unter ſich ſtärker als mit den Theilen desjenigen Körpers, woraus die Haarröhrchen verfertiget ſind, zuſammenhängen, ſteigen nicht nur nicht über die äußerſte Oberfläche der flüſſigen Materie in den Haarröhrchen in die Höhe, ſondern ſtehen ſogar niedriger, als die äußerſte flüſſige Materie. So ſteht Queckſilber in gläſernen Haarröhrchen tiefer als auswendig. Weil der

der Grund des Aufſteigens über die äußere Oberfläche einer flüſſigen Materie in den Haarröhrchen bloß in der Kraft der Adhäſion liegt, ſo iſt es auch unmöglich, daß eine flüſſige Materie in einem Haarröhrchen, an welchem die Flüſſigkeit nicht zerfleßt, über die äußere Oberfläche hinausſteigen könne. Nach hydroſtatiſchen Geſetzen ſollte die Flüſſigkeit aber doch wenigſtens in dem Haarröhrchen bis zur äußern Oberfläche des Flüſſigen ſteigen. Um den Grund von der niedrigern Höhe einzuſehen, ſey (fig. 89.) a b c d ein mit Queckſilber angefülltes Gefäß, deſſen Oberfläche a d iſt; in ſelbiges ſey die Glasröhre i h eingetaucht, ſo wird das Queckſilber in dieſer Röhre nur bis zur Höhe g ſteigen. Weil nämlich das Queckſilber unter ſich ſtärker als mit der Glasröhre zuſammenhängt, ſo muß hier erſt der ſtärkere Zuſammenhang des Queckſilbers an dem Haarröhrchen herum überwunden werden, ehe ſelbiges eindringen kann. Daraus folget, daß der Druck des um das Haarröhrchen in der Höhe g f befindlichen Queckſilbers erforderlich iſt, um dieſen Zuſammenhang aufzuheben; folglich kann dieſer nicht außerdem noch das Queckſilber in dem Haarröhrchen bis zur Höhe g f treiben, ſondern es wird dieſes nur bis zur Höhe h g ſteigen. Daraus iſt nun aber auch klar, daß in dem Haarröhrchen bis zur äußern Oberfläche beſtändig gleichviel fehlen müſſe, man mag ſie ſo tief als man will, eintauchen.

Werden Haarröhrchen von einerley Materie mit verſchiedenen Oeffnungshalbmeſſern in eine flüſſige Materie eingetauchet, welche an jener nicht zerfließet, ſo wird ſie in dem engern Haarröhrchen tiefer als in dem weitern ſtehen, und es werden ſich überhaupt die Höhen außer den Haarröhrchen über die in ſelbigen zu einander verhalten umgekehrt wie die verſchiedenen Oeffnungshalbmeſſer. Würden nämlich in Queckſilber zwey Haarröhrchen eingetaucht, ſo weiß man nun ſchon, daß der Druck der Queckſilberſchichte a k l d um das Haarröhrchen nöthig iſt, um den Zuſammenhang der Theile zu überwältigen, ehe das Queckſilber in das Haarröhrchen eindringen kann. Man kann ſich dieſe Schichte als

eine Queckſilberſäule vorſtellen, deren Grundfläche mit der Grundfläche des Haarröhrchens einerley iſt, welche alſo mit der Kraft der Cohäſion, welche überwunden werden muß, im Gleichgewichte iſt. Je kleiner nun der Durchmeſſer der Oeffnung des Haarröhrchens wird, deſto kleiner wird auch die Grundfläche der in ſelbige getretenen Queckſilberſäule ſeyn, folglich muß nun die äußere Queckſilberſäule von eben derſelben Grundfläche, welche mit der Adhäſionskraft, die vorhin zu überwinden war, im Gleichgewichte ſeyn ſoll, um deſto höher ſeyn. Wäre nämlich der Durchmeſſer des Haarröhrchens noch einmahl ſo enge, ſo würde die Grundfläche der Queckſilberſäule im Haarröhrchen viermahl kleiner, folglich die äußere Säule von gleicher Grundfläche viermahl höher ſeyn, um eben den Zuſammenhang der Queckſilberſäule zu überwinden. Bey einem halb ſo großen Durchmeſſer wird aber auch die Peripherie der Oeffnung nur halb ſo groß ſeyn, und das Queckſilber muß durch einen gleichen Druck noch einmahl ſo hoch in das Haarröhrchen eindringen. Demnach wären die Höhen des Queckſilbers außer dem Haarröhrchen in einem zuſammengeſetzten Verhältniſſe, aus dem Verkehrten der Quadrate der Durchmeſſer und dem Geraden der Durchmeſſer, d. h. ſie verhielten ſich umgekehrt, wie die Durchmeſſer.

Auf die Theorie der Haarröhrchen gründen ſich verſchiedene Phänomene in der Natur. Es iſt nämlich daraus begreiflich, wie flüſſige Materien in diejenigen Körper eindringen, deren Gewebe zarte Röhrchen bilden, und welche mit den Flüſſigkeiten zuſammenhängen. So dringt Waſſer in Zucker, Löſchpapier, Schwamm, Leinwand, Stricke, Saiten, Holz u. ſ. f. Auf eben dieſe Art erhebt ſich das Oel oder der geſchmolzene Talg in den Dochten in die Höhe u. ſ. f. Im Gegentheil werden flüſſige Materien in dergleichen Körper nicht eindringen können, wenn die Theile unter ſich ſtärker als mit dieſen Körpern zuſammenhängen. So wird Oel nicht durch Löſchpapier dringen, welches mit Waſſer naß gemacht worden, auch Queckſilber nicht durch Leinwand und Flor u. ſ. f.

De la Lande [α]) führet an, daß Franz Aggiunti, Leibarzt des Großherzogs von Toſkana, welcher im Jahr 1635 verſtorben iſt, die Erſcheinungen der Haarröhrchen zuerſt bemerket habe. Der Jeſuit, Honoratus Fabri [β]), und aus ſelbigem Johann Chriſtoph Sturm [γ]), führen die Phänomene der Haarröhren, in welchen Waſſer über die Oberfläche deſſelben in einem Gefäße aufſteiget, umſtändlich an, und ſuchen ſie aus dem Drucke der Luft herzuleiten. Allein da ſie alle auch im luftleeren Raume ſich zeigen, ſo wird dieſe Behauptung dadurch ſogleich widerleget. Ueberdem führen ſie noch eine ganz falſche Beobachtung an, daß in längern Röhren das Waſſer höher, als in niedrigern ſtehe.

Von Iſaak Voſſius [δ]) wird zuerſt bemerket, daß das Queckſilber in die Haarröhrchen ſich nicht ſo hoch erhebe, als es außen im Gefäße ſich befindet, und daß ſich auch dieſe Erſcheinungen in communicirenden Röhren zeigten, wenn der eine Schenkel ein Haarröhrchen ſey. Den Grund dieſer Phänomene ſucht er in der Zähigkeit des Waſſers, wodurch es an das Glas anklebe, und eben daher ſein Gewicht verliere. Allein hierdurch wird keinesweges das Aufſteigen des Waſſers in den Haarröhrchen, ſondern nur das Hängenbleiben des ſchon aufgeſtiegenen Waſſers erkläret.

Borellus [ε]) führet an, daß das Waſſer, wenn das Haarröhrchen inwendig feucht ſey, ſchneller und höher ſteige. Er ſucht die Erſcheinung aus einer Art von Netz herzuleiten, das vom Waſſer an der untern Oeffnung der Röhre gebildet werde, und gedenket ſich, um das Aufſteigen des Waſſers begreiflich zu machen, die Theile deſſelben als biegſame Hebel vor.

Jacob

α) Diſſ. ſur la cauſe de l'élévation des liqueurs dans les tubes capillaires. à Paris 1770.
β) Scient. phyſ. tract. V. lib. II. digreſſ. I.
γ) Collegium curioſum. Norimb. 1676. 4. Tom. I. tentam. 8.
δ) De Nili et aliorum fluminum origine. Hagae Com. 1666. cap. 2.
ε) De motionibus naturalibus a grauitate pendentibus. Lugd. Batav. 1686. propoſ. 182. — 188.

Jacob Bernoulli [α]) iſt der Meinung, daß die Lufttheile als Kügelchen ſelten völlig genau in die Oeffnung einer Röhre paſſeten, die am Rande ſich befindlichen träfen die Wände der Röhre ſo, daß ſie nach vorn hin getragen würden, und wenn folglich etwa 6 ſolche Theilchen im Durchmeſſer Raum genug hätten, ſo würden zwey davon von dem Rande der Röhre getragen, mithin könnten nicht mehr als nach 4 herabwärts drücken, und ſo würde folglich an dieſer Stelle der Druck der Luft ſchwächer, als der außerhalb der Oeffnung des Haarröhrchens; dieſerwegen auch das Waſſer höher hinauf getrieben werde. Allein, wenn dieß wirklich der Grund wäre, ſo müßten ſich die Höhen der Flüſſigkeiten, auf welche ſie über die Oberfläche derſelben aufſteigen, wie die ſpeciſiſchen Gewichte verhalten, welches aber der Erfahrung widerſpricht.

Ludwig Carre [β]), und mit ihm Geoffroy, ſtellten viele Verſuche mit den Haarröhrchen an, und fanden unter andern, daß das Waſſer in ſelbigen nicht über die Oberfläche hinaufſtieg, wenn ſie inwendig mit Fett beſtrichen waren; war aber der beſtrichene Theil ganz unter Waſſer gebracht, ſo ſtieg auch das Waſſer wieder in die Höhe. Unter der Glocke der Luftpumpe machte Carre ebenfalls Verſuche, und es ſchien ihm, daß das Waſſer in der verdünnten Luft noch höher in den Haarröhrchen hinaufſtieg; zugleich bemerkte er, daß die Länge der Röhren nichts zur Höhe des Steigens beytrage. Dieſe Erſcheinungen leitet er zuerſt vom Anhängen des Waſſers am Glaſe ab, und erkläret daraus ganz richtig die meiſten Phänomene, nur begehet er darin einen Irrthum, daß er behauptet, es verlören diejenigen Theile des Waſſers, welche das Glas berührten, ihr ganzes Gewicht; denn hieraus würde folgen, daß das Waſſer höher ſteigen müſſe, wenn die Röhrchen tiefer eingeſenket würden.

D. Jurin [γ]) machte Verſuche mit gläſernen Gefäßen, welche aus Röhren von verſchiedenen Durchmeſſern beſtanden. Berührte

α) De grauitate aetheris. Amſtel. 1683. 8. p. 239.

β) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1705.

γ) Philoſoph. transact. n. 355. art. 2. n. 363. art. 2.

Berührte der weitere Durchmeſſer das Waſſer, ſo ſtieg es ſo hoch, als es der engen Röhre zukam, kam aber die engere Röhre an das Waſſer, ſo trat es nur ſo weit, als die weitere es halten konnte. Die Erſcheinung erkläret er aus der Anziehung, welche dem Waſſer, das die innern Wände der Röhre berühret, ſein Gewicht benehme, und daher daſſelbe vom Drucke des außen ſtehenden Waſſers erheben, und von dem nächſtfolgenden Ringe der innern Wand des Glaſes angezogen werde. Das Hängenbleiben des Waſſers leitet er vom Ringe der Glaswand her, welcher die obere Peripherie des Waſſers zur Baſis und den Wirkungskreis der Anziehung des Glaſes zur Höhe hat. Noch mehrere Verſuche fügte **Bülfinger** [*]) hinzu, und fand, daß ein Haarröhrchen gerade ſo viel Waſſer anzieht, als der größte Tropfen beträgt, welcher auswendig am Röhrchen, ohne herab zu fallen, hängen bleibt. In Rückſicht der Erklärungen pflichtet er dem **Jurin** bey.

Muſſchenbroek [β]) vervielfältigte die Verſuche mit Haarröhrchen noch mehr, und fand die Höhe der verſchiedenen Flüſſigkeiten in Haarröhrchen von gleichen Durchmeſſern, welche von verſchiedenem Glaſe waren verfertiget worden, auch verſchieden. In den von holländiſchem Flaſchenglaſe ſtiegen

kohlenſaurer Salmiakgeiſt	auf	4,56	rheinl.	Zolle
ätzender Salmiakgeiſt	—	3,60	—	—
deſtillirtes Waſſer	—	3,40	—	—
Vitriolgeiſt	—	3,25	—	—
Terpentinöl	—	3,58	—	—
Salvetergeiſt	—	2,07	—	—
Alkohol	—	1,80	—	—
Liquor anodynus	—	1,40	—	—
Vitriolöl	—	1,30	—	—

Hhh 2 Er

*) Diſſ. de tubulis capillaribus; in comment. Petrop. Tom. II. p. 233. und in den Anmerk. über Jurin's Abhandl. Ebend. Tom. III. p. 281. ſqq.

β) Diſſ. phyſ. exper. de tubis capillaribus vitreis; in den diſſ. phyſ. p. 271. imgl. diſſ. de attractione ſpeculorum planorum vitreorum ebend. p. 334.

Er war in der Meinung, hierbey gefunden zu haben, daß das Waſſer in langen Röhren höher ſtehe als in kürzern; allein ſeine angegebenen Unterſchiede ſind ſo gering, daß ſich hieraus gar nichts Zuverläſſiges folgern läßt.

Weitbrecht [α]) hat mehrere ſchätzbare Bemerkungen und Verſuche über dieſen Gegenſtand mitgetheilet. Er leitet die Erſcheinungen von der Attraktion und Cohäſion her, und unterſcheidet dabey die Wirkung des Glaſes aufs Waſſer von der Wirkung der Waſſertheile auf einander ſelbſt. Das Aufſteigen des Waſſers leitet er von der ſtufenweiſe wirkenden Kraft der ganzen innern Glasfläche, und von dem Zuſammenhange der Waſſertheile; die Erhaltung des aufgeſtiegenen Waſſers aber von der Anziehung des Ringes der Glasröhre, womit die Oberfläche der erhaltenen Waſſerſäule zuſammenhänget, und von dem Zuſammenhange des Waſſers unter ſich ab.

Gellert [β]) fand bey ſeinen Verſuchen, daß das geſchmolzene Bley in gläſernen und irdenen Haarröhrchen niedriger als von außen ſtehe, und daß ſich dieſe Tiefe unter der äußern Horizontalebene umgekehrt wie die Durchmeſſer, in prismatiſchen Röhren aber umgekehrt wie die Quadratwurzeln aus den Grundflächen verhält. Dieſe Erſcheinung erkläret er daher, weil die Theile des geſchmolzenen Bleyes unter ſich ſtärker zuſammenhängen, als mit dem Glaſe und Thone.

De la Lande ſelbſt gibt von den Erſcheinungen der Haarröhrchen folgende Erklärung. Wenn in einem Gefäße Waſſer ruhig ſtehet, ſo ſind alle lothrecht ſtehende Waſſerſäulen, in welche man ſich das Waſſer getheilet vorſtellen kann, von gleich großem Gewichte, und beſitzen einerley Anziehung. Die eingetauchte Glasröhre treibt einen Theil einer ſolchen Waſſerſäule aus der Stelle, und verurſachet dadurch mehr Anziehung als dieſer Theil. Daher werden die unter der

α) Tentamen theoriae, qua aſcenſus aquae in tubis capillaribus explicatur; in den comment. Petrop. Tom. VIII p. 362. imgl. explicatio difficiliorum experimentorum circa aſcenſum in tubos capillares. ebend. Tom. IX. p. 275.

β) De phaenomenis plumbi fuſi in tubis capillaribus; in comment. Petrop. Tom. XII. p. 243.

der Oeffnung ſtehenden Waſſertheile a ſwärts gezogen, und verlieren etwas von ihrem Gewichte. Es wird folglich die Waſſerſäule im Haarrohre leichter, und muß daher von dem äußern weiter in die Höhe getrieben werden, bis das Gewicht des aufgeſtiegenen Waſſers der Anziehung der Röhre gleich iſt. Außerdem zieht noch der untere Theil der Glasröhre, ſo weit ſein Wirkungskreis geht, die anliegenden Waſſertheile gegen ſich, ohne daß dieſe Anziehung von andern unterwärts liegenden Glastheilchen wieder aufgehoben würden. Zuletzt wird auch die Oberfläche des aufgeſtiegenen Waſſers von dem anliegenden Glasringe gegen ſich gezogen; dieſer Anziehung wirkt zwar eine eben ſo ſtarke Anziehung gegen das Glas nach unten entgegen; allein ſie wird doch durch die Anziehung der Waſſertheile unter ſich ſelbſt vermindert. Geſetzt alſo, es wäre die Kraft, womit das Waſſer vom Glaſe angezogen wird, $=\alpha$, und die, mit welcher es vom Waſſer ſelbſt angezogen wird, $=\beta$, ſo iſt die ganze Anziehung aus der erſten Urſache $=\alpha-\beta$; und aus der zweyten ebenfalls $=\alpha-\beta$; aus der dritten $=\alpha-(\alpha-\beta)=\beta$; die ganze Anziehung alſo $=2\alpha-2\beta+\beta=2\alpha-\beta$. Es müßte alſo das Waſſer noch ſteigen, wenn nur die Anziehung des Glaſes über halb ſo groß, als die des Waſſers unter ſich ſelbſt wäre. Eben dieß läßt ſich auch auf das Queckſilber anwenden.

D. Hook *) ſuchte mit vielem Scharfſinn zu beweiſen, daß die Wirkung der Haarröhrchen vom Drucke der Luft herrühre. Allein die Verſuche mit den Haarröhrchen im luftleeren Raume ſind dieſer Meinung ganz entgegen, und beweiſen, daß Adhäſion ſelbige allein bewirken.

M. ſ. *C. B. Funccii* diſſ. de aſcenſu fluidorum in tubis capillaribus Comment. I. II. Lipſ. 1773. 4.

Härte (durities, dureté) iſt diejenige Eigenſchaft der Körper, vermöge welcher ſie eine beträchtlich wirkende Kraft auf ſich aushalten können, ehe ihre Theile von einander getrennt werden. Da es nämlich in der Natur keine abſolute Härte gibt, ſo ſieht man wohl, daß das Wort Härte nur einen

*) Micrographia Obſ. VII.

einen relativen Begriff ausdrücket. Bloß nach dem atomiſtiſchen Syſteme müſſen den Grundkörperchen abſolute Härte beygeleget werden, obgleich die Erfahrung hiervon gar nichts beweiſet. Nach dem dynamiſchen Syſtem beruht Härte bloß auf Graden, über und unter welchen andere bis ins Unendliche möglich ſind.

Härten des Stahls, ſ. Stahl.

Hagel, Schloßen (grando, grèle) ſind in der Atmoſphäre unſerer Erde gefrorne Waſſertheile, welche in Geſtalt von Eisſtücken auf dieſelbe niederfallen. Die Größe der Schloßen iſt verſchiedentlich. Man hat welche, wiewohl ſelten, von dem Gewichte eines Pfundes geſehen. Nach **Scheuchzer** und **Beccaria** *) ſind diejenigen, welche auf den Bergen fallen, kleiner, als die in den Plainen. Ihre Geſtalt iſt ſelten vollkommen rund; vielmehr iſt ſie oft glatt, eckig, rundlich u. ſ. f. Ihr innerer Kern iſt undurchſichtig und einem compakten Schnee ähnlich, die äußere Rinde aber hell und durchſichtig wie Eis.

Merkwürdig iſt es, daß in der Regel die Hagelwetter zugleich die ſchwerſten Donnerwetter ſind, und daß ſie gewöhnlich im Sommer, in den Monathen May, Junius, Julius und Auguſt, bey Tage, ſelten aber bey der Nacht und im Winter einfallen. Dabey iſt der Wind ſehr veränderlich, und meiſtentheils geht unmittelbar vor dem Hagelwetter eine Hauptveränderung ſeiner Richtung vorher. Vor der Entſtehung des Hagelwetters iſt gemeiniglich eine ſehr große Hitze vorausgegangen, und am Tage der Entſtehung bemerket man eine ſehr ſchwüle Luft; beym Herabfallen des Hagels aber, und noch mehr nach demſelben, findet man die Luft abgekühlet. Oft fällt der Hagel mit Regen vermiſcht herab, oft aber geht der Regen und meiſtentheils in ſehr großen Tropfen voran, und verwandelt ſich nachher in Hagel. Gewöhnlich ſind die Hagelwetter mit Sturm begleitet; und dieß nebſt dem Aneinanderſchlagen der Hagelkörner verurſachet in der Luft ein großes Getöſe.

Ein-

*) Lettere del elettricismo. lett. 15.

Einzelne Beyſpiele von Hagelwettern findet man doch auch im Winter und zur Nachtzeit, welche aber auch alsdann die ſchrecklichſten und verheerendſten ſind. Ueberhaupt aber bleibt die Natur dieſen Geſetzen in der Regel unterworfen, daß es im Winter ſchneye, im Sommer hagele, und in den Zwiſchenzeiten zumahl im Frühlinge ein zarter Graupenhagel falle, welcher vom Schnee die Weichheit, vom Hagel die Figur hat.

Man war ſonſt der Meinung, daß der Hagel zuſammengetriebener, compakter Schnee ſey. Allein es iſt weit wahrſcheinlicher, daß er aus dem Waſſer entſtehe. Wenn nämlich dem Regen bey der Entſtehung oder beym Herabfallen aus irgend einer Urſache die Wärme, welche ihm im tropfbaren Zuſtande nöthig war, plötzlich entzogen wird, ſo verwandelt er ſich in Eis, und fällt ſo auf die Erde herab. Aus den angegebenen Umſtänden, unter welchen gewöhnlich Hagelwetter entſtehen, erhellet übrigens mit ſehr großer Wahrſcheinlichkeit, daß die Elektricität beym Entſtehen des Hagels eine vorzügliche Rolle ſpiele. So führet Herr Hofrath **Lichtenberg** [α]) aus einem Briefe des Herrn Paſtor **Häcker** zu Peringersdorf bey Nürnberg an, daß es am 13ten Jan. 1791 daſelbſt von Morgens 3 Uhr an geregnet, um 5 Uhr Abends aber zu hageln angefangen habe, und gleich darauf ſey ein Blitz mit einem ſtarken Schlage erfolget. Dabey habe das Barometer ungewöhnlich tief, auf 26 pariſ. Zoll und 2 Linien, das Thermometer auf + 4 nach **Reaumur** geſtanden. Am Abend vorher, nämlich am 12ten Januar, hat man auch in Göttingen bey kleinkörnigem Hagel ebenfalls blitzen ſehen, und entfernten Donner gehöret. Dieß beweiſet alſo wirklich einen Zuſammenhang der Elektricität mit der Entſtehung des Hagels. Selbſt von dem Grupenhagel merkt **Senebier** [β]) an, daß er immer bey ſtarker Elektricität der Luft falle. Auch **Mongez** [γ]) führet

α) Anfangsgründe der Naturlehre von Erxleben §. 736. Anmerk.
β) Rozier Journal. de phyſique. May 1787.
γ) Lettre ſur la formation de la grêle; in Rozier Journal de Phyſique Sept. 1778.

führet ein Beyſpiel an, daß es bey einem Regen, welcher einige Tage, ohne zu blitzen, angehalten hatte, ſogleich zu hageln anfing, als es anfing zu blitzen. Herr Hofr. **Lichtenberg** bemerket dabey, der Zuſammenhang der Elektricität mit dem Hagel könnte dieſer ſeyn: Elektricität vermehre Ausdünſtung, und die Ausdünſtung verurſache Kälte; doch bleibe hierbey noch vieles dunkel. Herr **de Lüc** [α]) führet bloß an, daß wir nichts weiter von der Entſtehung des Hagels wüßten, als daß in irgend einem Theile der Wolke eine Kälte entſtehen müſſe, welche einen Reif bildet, der kalt genug ſey, um das Waſſer der Nebel, durch welche er fällt, rings um ſich her zum Gefrieren zu bringen. Man könne annehmen, die Erkältung entſtehe durch Entziehung des Feuers, welches zur Bildung des elektriſchen Fluidums verwendet wird.

Herr **Seiferheld** [β]) in Schwäbiſchhall fand, daß Waſſertropfen, welche er auf den Conduktor einer Elektriſirmaſchine oder auf das Rohr einer Ladungsflaſche geſetzet hatte, augenblicklich zu Milcheis gefroren, ſobald er den elektriſchen Schlag durch ſie gehen ließ, indeß andere Tropfen darneben, durch welche der Schlag nicht gegangen war, flüſſig blieben. Die Temperatur des Zimmers war — 13 Grad nach **Reaumur**. Das hier die Tropfen zu Eis gefroren, konnte vielleicht bloß darin ſeinen Grund haben, daß das Gefrieren durch die erſchütternde Bewegung des Schlages begünſtiget wurde. M. ſ. **Eis**. Herr **Seiferheld** glaubet, daß durch die Zerſetzung der elektriſchen Materie Wärmeſtoff gebunden werde, wodurch ſich Kälte erzeuge, beſonders in verdünnter oder durch Wärme ausgedehnter Luft. Zur Ableitung des Hagels thut er folgenden Vorſchlag: man ſolle an jedem Morgen Landes an beyden Enden zwey Stangen, eine von 3 und eine von 20 Fuß Höhe über der Erde errichten

α) Sieb. Brief an de la Metherie; in Grens Journal der Phyſik B. IV. S. 290.

β) Elektriſcher Verſuch, wodurch Waſſertropfen in Hagelkörner verändert worden, ſammt der Frage an die Naturforſcher; iſt eine Hagelableitung ausführbar? Nürnb. 1790. 8.

richten und jeder einen fein zugeſpitzten, mit Pech überzogenen Eiſendraht anbringen, welcher oben etliche Zoll hervorrage, und unten zwey Fuß tief in die Erde gehe. Die kleinere Stange ſoll den aufſteigenden Dünſten ihre Elektricität rauben, und was dieſer entgehet, ſoll vollends die größere auffangen. Allein vors erſte iſt es bey weitem noch nicht ausgemacht, daß es überhaupt möglich ſey, daß die Luftelektricität von den Stangen ganz aufgefangen und der Erde zugeführet werden könne, und zweytens, wenn auch dieß wirklich möglich wäre, was könnte und würde im Ganzen aus dem Gange der Witterung werden?

Vielleicht wirken bey der Entſtehung des Hagels außer der Elektricität noch andere Nebenumſtände mit, welche vorzüglich eine große Kälte verurſachen, als z. B. Salztheile, welche durch Ausdünſtung mit in die Höhe geſtiegen und durch Zerſetzung der Atmoſphäre zuſammengebracht ſind, u. ſ. w.

Daß im Winter gewöhnlich kein Hagelwetter Statt findet, hat vermuthlich ſeinen Grund nicht allein in der Kälte der Atmoſphäre, als welche nicht verſtattet, daß der aus den Waſſerdämpfen zerſetzte Nebel in tropfbar flüſſige Geſtalt übergehen kann, und vielmehr gefriere und in Schnee verwandelt wird, ſondern auch in der nicht ſo ſtarken Leitung der Elektricität in der kalten Luft. Warum aber gewöhnlich zur Nachtzeit kein Hagelwetter entſtehe, davon hat man bis jetzt noch keine wahrſcheinlichen Gründe finden können.

Ueberhaupt iſt der Hagel ein Phänomen, welches bis jetzt bey weitem noch nicht hat erkläret werden können.

Ueber die Grundgeſtalt der Hagelkörner oder der in freyer Luft gebildeten Eiskryſtalle, hat **d'Antic** *) eine ſchöne Beobachtung gemacht. Nach **Romé de l'Isle** ſind die Kryſtalliſationen des Waſſers gleichſeitige Octaeder, nach **Haſſenfraz** aber ſechsſeitige Prismen. Am 13ten Jul. 1788

 fand

*) Journ. de phyſique. Jul. 1783. und im gothaiſchen Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. VII. St. 1. S. 32. f.

fand d'Antic bey einem ſtarken Hagelwetter des de l'Isle's Behauptung beſtätiget. Die größten Hagelſtücken beſaßen keilförmige hervorſpringende Ecken über 6 Linien lang, an welchen man deutlich die Enden vierſeitiger, an ihren Seitenflächen verbundener Pyramiden erkannte. Daraus ließe ſich ſchließen, daß jedes Hagelſtück eine Zuſammenhäufung von Octaedern ſey, welche im Mittel mit ihren Spitzen zuſammenlaufen. In den dickſten Stücken konnte man ganze Octaeder entdecken, unter welchen das ſchönſte 14 Linien lang und 4 Linien breit war. Der Winkel an der Spitze der Pyramide ward 35° und der an der Vereinigung beyder Pyramiden 135° gefunden.

Die unregelmäßige Geſtalt ſcheint alſo allein vom Zuſammenfrieren mehrerer Kryſtalle und vom Zuſammenſchlagen herzurühren. Sonſt glaubte man auch, daß wegen der ſchnellen Entziehung der Wärme die Waſſertheile keine Zeit hätten, ſich in regelmäßige Formen an einander zu legen.

Halbkugeln, Hemiſphären (hemiſphaeria, hémiſphères). In der Sphärik wird erwieſen, daß die Ebene eines größten Kreiſes der Kugel dieſelbe nicht nur, ſondern auch ihre Oberfläche in zwey gleiche Theile theile, welche **Halbkugeln** genannt werden. Beſonders merkwürdig ſind die Halbkugeln, welche in der ſphäriſchen Aſtronomie und in der Geographie durch den Horizont, den Aequator und den Mittagskreis entſtehen.

Bey uns theilet der Horizont die ſcheinbare Himmelskugel in die **obere** und **untere** Hälfte ab, oder, welches einerley iſt, in die ſichtbare und unſichtbare. Auch auf der Erdkugel theilet der wahre Horizont, welcher allemahl durch den Mittelpunkt der Erde gehet, und mit dem Horizont der ſcheinbaren Himmelskugel concentriſch iſt, für einen jeden Ort die Erde in die **obere** und **untere** Halbkugel ab.

Eben ſo theilet der Aequator ſowohl die ſcheinbare Himmels- als auch die Erdkugel in zwey Halbkugeln ein, nämlich in die **nördliche** und in die **ſüdliche**; und auf der Ober-

fläche

fläche der erſtern liegt gerade in der Mitte der Nordpol, auf der andern der Südpol.

Der Mittagskreis irgend eines Ortes auf der Erdoberfläche theilet die Erd- und Himmelskugel ebenfalls in zwey Halbkugeln, nämlich in die **öſtliche** und **ſüdliche** ab. Der Beobachter, welcher alsdann gerade gegen Mittag mit dem Auge gerichtet iſt, hat bey uns zur Rechten die ſüdliche und zur Linken die öſtliche Halbkugel. Auf der Mitte der Oberfläche der öſtlichen Halbkugel liegt der wahre Morgenpunkt, und auf der Mitte der Oberfläche der ſüdlichen Halbkugel der wahre Abendpunkt für den Ort des Beobachters.

Endlich der größte Kreis aller dunkeln Himmelskörper unſeres Sonnenſyſtems, auf deſſen Ebene die vom Mittelpunkt der Sonne auf ſelbige gedachte Linie ſenkrecht ſteht, theilet dieſe dunkeln Körper in die von der Sonne **erleuchtete** und **dunkele** Halbkugel ab. Weil aber die Sonne einen viel größern Halbmeſſer als alle übrige dunkele Himmelskörper hat, ſo erleuchtet ſie von jedem dieſer Körper etwas mehr als die Hälfte. Für unſere Erde erſtreckt ſich dieſe Erleuchtung über die Grenze des größten Kreiſes rings herum um 15 Minuten weiter.

Halbkugeln, magdeburgiſche (hemiſphaeria magdeburgica, hémiſphères de Magdebourg) ſind zwey kupferne oder meſſingene hohle Halbkugeln, deren Ränder der Oeffnungen genau an einander paſſen, und aus welchen in dieſem Zuſtand die innere befindliche Luft vermittelſt einer Luftpumpe ausgepumpet werden kann. **Otto von Guerike** war der Erfinder derſelben. Seine erſten Halbkugeln hatten zuſammen einen Durchmeſſer von 0,67 einer magdeburger Elle. An einer derſelben befand ſich ein Hahn, durch welchen man die Communikation der innern und äußern Luft nach Gefallen aufheben und wiederherſtellen konnte. Ringsherum waren Rinken angebracht, um Seile durchzuziehen, und Pferde daran zu ſpannen. Zwiſchen die auf einander paſſenden Ränder der Halbkugeln wurde ein mit Wachs und Terpentin getränkter lederner Ring geleget

Nachdem nun **Otto von Guerike** dieſe beyden Halbkugeln genau an einander geleget, und vermittelſt des geöffneten Hahnes die Luft aus ſeiner Luftpumpe herausgezogen hatte, ſo waren nach verſchloſſenem Hahne die beyden Halbkugeln vom äußern Drucke der Luft ſo ſtark gegen einander gepreßt, daß 16 Pferde dieſelben nur mit Mühe von einander zerren konnten, wobey ein Knall wie ein Büchſenſchuß entſtand. Wurde im Gegentheil der Hahn ſo geöffnet, daß der innere Raum mit der äußern Luft in Verbindung war, ſo konnten ſie ſehr leicht von jedermann aus einander genommen werden. Den Druck der äußern Luft auf die Fläche des größten Kreiſes einer jeden Halbkugel berechnet **Otto von Guerike** auf 2686 Pfund, welches aber zu groß iſt; denn er nahm die Luftſäule, welche mit dem Druck der Atmoſphäre das Gleichgewicht hält, auf 20 Ellen hoch an, da doch ihre Höhe nur 32 rheinl. Fuß beträgt. Außerdem war auch der innere Raum nicht ganz luftleer, und es hätte folglich der innere Gegendruck der zurückgebliebenen Luft müſſen abgezogen werden. Da an jeder Seite 8 Pferde angeſpannt waren, ſo hätte jedes Pferd 336 Pfund Kraft anwenden müſſen. Allein dieß iſt offenbar zu viel, da man für die Kraft eines Pferdes im horizontalen Zuge nicht mehr als etwa 170 Pfund rechnen kann. Es wäre folglich ganz unmöglich geweſen, die Halbkugeln durch 16 Pferde aus einander zu reißen, wenn des **Otto von Guerike** Rechnung richtig und der innere Raum völlig luftleer geweſen wäre. Auch brachte er dieſe beyden Kugeln an ein hinlänglich ſtarkes Geſtelle in ſeinem Hofe an, wo ſie einige Centner Gewichte tragen konnten, ohne von einander zu gehen.

Nachher ließ er ſich noch zwey größere Halbkugeln verfertigen, welche zuſammen im Durchmeſſer eine Elle hatten und welche von 24 bis 30 Pferden nicht von einander geriſſen werden konnten.

Dieſe Verſuche machte **Otto von Guerike** bereits im Jahre 1654 auf dem Reichstage zu Regensburg, in Gegenwart des Kaiſers Ferdinand III und vieler Reichsfür-

ſten,

ſten, wodurch die Erfindung der Luftpumpe allgemein bekannt wurde, und die Lehre vom Drucke der Luft größere Erweiterungen erhielt.

M. ſ. Ottonis de Guerike experimenta noua magdeburgica de vacuo ſpatio. Amſtel. 1672. fol. lib. III. cap. 23. 24. 25. **Wolfs** nützliche Verſuche Th. I. cap. 5. §. 115 u. f.

Halbleiter, unvollkommene Leiter der Electricität, ſchlechte Leiter (conductores electricitatis deterioris conditionis, conducteurs imperfaits) ſind ſolche Materien, welche die Elektricität mit Schwierigkeit leiten, und annehmen. Die Grenzen der elektriſchen und unelektriſchen Körper laufen ſo in einander, daß es manche Körper gibt, welche eben ſo unvollſtändige Leiter als Nichtleiter, und eben dieſe **Halbleiter** ſind. Dahin gehören trockenes, nicht gedörrtes Holz, trockene und reine Marmor- und Alabaſterplatten, Elfenbein, Chalcedon, Achat, Pergamen, Papier u. ſ. f. Vorzüglich merkwürdig ſind die Halbleiter durch die Erfindung des Condenſators der Elektricität geworden. M. ſ. **Condenſator der Elektricität.**

Halbmetalle (ſemimetalla, demi-metaux). Hierunter verſteht man Metalle, welche ſich nicht ſtrecken und dehnen laſſen, ſondern ſpröde ſind. Man rechnet hierzu Spiesglanz, Nickel, Arſenik, Kobalt, Wismuth, Molybdän, Braunſteinmetall und Wolframmetall.

Die Eintheilung der Ganz- und Halbmetalle iſt nicht gut ſtatthaft und die Benennung nicht gut gewählt. Denn es fließen die Grade der Geſchwindigkeit ſo unmerklich in einander über, daß ſich keine Grenzlinie eigentlich feſtſetzen läßt, wo die Ganzmetalle aufhören, und die Halbmetalle anfangen. Außerdem kommt es auf das Mehr oder Weniger der äußern Kraft an, welche zum Dehnen, Drucken, Fletſchen oder Hämmern angewendet wird, mithin auf etwas ganz Unbeſtimmtes, und die meiſten unter den ſo genannten Halbmetallen laſſen ſich im Zuſtande ihrer Reinigkeit wenigſtens in geringer Maſſe fletſchen. M. ſ. **Metalle.**

Halbſäuren, m. ſ. **Säuren**.

Halbſchatten (penumbra, pénombre). Wenn man für ſich leuchtende Körper nicht als Punkte betrachten kann, ſondern welche eine merkliche Größe beſitzen, ſo ſind die Schatten, welche dunkele von ihnen erleuchtete Körper denſelben gegenüber werfen, nicht ganz genau begrenzt, ſondern ſie gehen vielmehr ganz allmählig von der dunkelſten Stelle ins Helle über. Eben dieſer Streif, welcher von der dunkelſten Stelle des Schattens bis zum ganz Hellen ſich erſtreckt, wird der **Halbſchatten** genannt.

Man nehme an, es ſey (fig. 90.) ab ein von der Sonne ſl beſchienenes ſenkrecht ſtehendes Objekt auf dem horizontalen Boden bd, ſo wird es der Sonne gegen über den Hauptſchatten bc werfen. Wegen der ſcheinbaren Größe der Sonne erſcheinet der Durchmeſſer derſelben unter dem Winkel laſ = cad, welcher etwa 32 Minuten beträgt, und es fällt daher auch ein Strahl ſd von dem Punkte ſ der Sonne, welcher dem l gerade entgegengeſetzet iſt, am Ende des Objektes hinweg, und trifft den horizontalen Boden in d. Man ſieht hieraus leicht, daß der Theil cd des wagrechten Bodens von c gegen d gerechnet an einem Theile der Sonne beſchienen, in d ſelbſt aber der Boden von der ganzen Sonnenſcheibe beleuchtet werde. Mithin hört in d der Schatten ganz auf, und er geht folglich von der dunkelſten Stelle c an ganz allmälig bis zu d in völliges Licht über. So iſt alſo cd die Länge des Halbſchattens. Man kann dieſen trigonometriſch berechnen; man hat nämlich in dem Dreyecke abc

$$bc : ab = 1 : \text{tang.}\,c \quad \text{mithin} \quad bc = \frac{ab}{\text{tang.}\,c} = \text{cot.}\,c\,.\,ab$$

und in dem Dreyecke abd

$$bd : ab = 1 : \text{tang.}\,d, \quad \text{und} \quad bd = \frac{ab}{\text{tang.}\,d} = \text{cot.}\,d\,.\,ab$$

alſo

$$cd = bd - bc = (\text{cot.}\,d - \text{cot.}\,c)\,ab$$
$$= (\text{cot.}\,d - \text{cot}\,(d + cad))\,ab.$$

Der

Der Werth dieſer Differenz, d. i. die Länge des Halbſchattens, wird beſtändig wachſen, wenn der Winkel d, folglich die Höhe der Sonne vom Horizonte abnimmt, und er wird unendlich groß, wenn d = 0 wird. Nimmt man d = 45°, ſo findet man aus den trigonometriſchen Tafeln cot. 45° = 1, und cot. (45° + 32′) = 0,9815543, mithin cot. 45° — cot. (45° + 32′) = 0,0184457 noch nicht völlig $\frac{1}{10}$. Wenn alſo die Länge des Körpers ab nicht ſehr groß iſt, ſo würde auch die Länge des Halbſchattens eben nicht groß in Betrachtung kommen, wenn die Höhe der Sonne über dem Horizont nicht unter 45° beträgt. Tritt aber dieſer Fall ein, ſo nimmt die Länge des Halbſchattens auch ſehr ſchnell zu. Man ſieht hieraus, daß der Mittag die ſchicklichſte Zeit für Meſſungen von Höhen vermittelſt des Schattens iſt, weil ſonſt dieſer durch den Halbſchatten ſehr unſicher gemacht wird.

Der Sonne gegen über werfen die dunkeln Körper, als z. B. die Erde (fig. 72.) den Schatten cgd, welcher rings herum mit einem Halbſchatten umgeben iſt. Dieſer Halbſchatten begreiſt alle die Stellen, welchen nur ein Theil der Sonne vom dunkeln Körper verdecket wird. Nahe am ganzen Schatten, z. B. an l oder n, iſt die Dunkelheit groß, und nimmt allmählig ab bis in k oder i, wo der Halbſchatten wieder in völliges Licht übergehet. Der Halbſchatten der Erdkugel iſt ein vorzügliches Hinderniß, die Mondfinſterniſſe genau zu beobachten. **De la Hire** *) hat Unterſuchungen über die Grade der Dunkelheit in verſchiedenen Stellen des Halbſchattens angeſtellet.

Die Erfahrungen in Anſehung des Halbſchattens ſtimmen aber nicht mit der geometriſchen Theorie überein, indem die Beugung derjenigen Lichtſtrahlen, welche an den Rändern der dunkeln Körper vorbeygehen, den Halbſchatten begrenzen. So ſollten z. B. nach der Theorie die Halbſchatten von beyden Seiten eines Cylinders an der Sonne erſt in einer Entfernung von 107 Dicken des Cylinders in der Mitte des vollen

*) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1711.

vollen Schattens zuſammen kommen, weil die Cotangente von 32′ = 107,42 iſt; nach den Verſuchen des **Maraldi** *) aber kommen ſie ſchon in einer Entfernung von 38 bis 45 Dicken zuſammen. **Maraldi** nennt dieß den **falſchen Halbſchatten.**

Halonen ſ. **Höfe um die Sonne und den Mond.**

Hammerſchlag ſ. **Eiſen.**

Hart (durum, dur). Dieſes Wort drückt eigentlich einen bloß relativen Begriff aus, indem es in der Natur keinen abſolut harten Körper gibt, und man nennt daher einen Körper **hart**, welcher zur Trennung ſeiner Theile eine beträchtliche Kraft erfordert. Nach dem atomiſtiſchen Syſteme müßte man freylich die ſo genannten Atomen als abſolut hart annehmen, ſo daß alſo ſogar keine unendliche Kraft dieſelben weiter theilen könne, wiewohl dieß nur Hypotheſe iſt, welche durch keine einzige Erfahrung bewieſen werden kann: nach dem dynamiſchen Syſtem aber kann es gar keine Atomen geben, denn die Möglichkeit der Materie beruht nach dieſer Lehre bloß auf anziehenden und zurückſtoßenden Kräften, welche unendliche Grade zulaſſen, über und unter welchen immer noch andere gedacht werden können; daher findet mit dieſem Syſtem gar keine abſolute Härte irgend einer Materie Statt, weil man ſich eine Kraft gedenken kann, die ſie in Theile zu theilen vermag, mithin ihre Theile von einander trennen kann.

Was den Grund der Härte der Körper betrifft, ſo iſt dieſer ſo leicht nicht anzugeben, als man gemeiniglich glaubt. Sie kann unmöglich aus dem Zuſammenhange ihrer Theile allein hergeleitet werden. Denn flüſſige Materien hangen in ihren Theilen vielleicht ſtärker als die eines harten Körpers zuſammen, und gleichwohl können die Theile jener ſo leicht an einander verſchoben werden, welches bey dieſem nicht Statt findet. Harte Körper erfordern alſo außer dem Zuſammenhange ihrer Theile noch einen andern Erſcheinungsgrund, d. h., der Zuſammenhang ihrer Theile kann nicht urſprünglich, ſondern er muß abgeleitet ſeyn.

Harze

*) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1723.

Harze (reſinae, réſines) ſind verbrennliche in dem Waſſer unauflösliche, wohl aber im Weingeiſt auflösliche Subſtanzen, welche aus verſchiedenen Pflanzen von ſelbſt hervorquellen, an der Luft verhärten, und in der Wärme zergehen und wieder flüſſig werden, ſo daß ſie ſich in dünne Fäden ziehen laſſen. Die Harze unterſcheiden ſich weſentlich von den eigentlichen Gummi's darin, daß jene nicht, wohl aber dieſe im Waſſer ſich auflöſen, und jene in der Flamme ſich leicht entzünden laſſen, welches aber dieſe nicht thun, ob man ſie gleich verbrennen kann.

Die Harze machen einen nähern Beſtandtheil verſchiedener Theile der Gewächſe aus, ſo daß die verſchiedenen Theile ein und der nämlichen Pflanze das Harz in ungleicher Menge enthalten. Beſonders trifft man es im Holze, den Wurzeln und Knospen mehrerer Gewächſe am häufigſten und reinſten an, aus welchen man es auch durch Kunſt vermittelſt des Weingeiſtes ausſcheiden kann. Mehrere Harze werden auch nach einem hergebrachten Sprachgebrauche Gummi's genannt. Die gebräuchlichſten Harze ſind das Pech, das Colophonium, der Maſtix, der Sandarac, das Gummi Elemi, das Tacamahac, das Benzoe, das Gummi Anime, der Kopal, das Olibanum, das Quajac, das Drachenblut, das Ladanum und das Schellack. Der Gebrauch dieſer Harze iſt mannigfaltig zur Verpichung der Fäſſer, Schiffe und Kähne, zur Arzeney, zum Räuchern, zu Nichtleitern in verſchiedenen Abſichten beym elektriſchen Apparat u. ſ. f.

Die bey der gewöhnlichen Temperatur unſerer Atmoſphäre noch flüſſigen Harze nennt man **natürliche Balſame**. M. ſ. **Balſame, natürliche**.

Die Harze laſſen ſich wegen des ſehr ſtarken Aufblehens im Feuer mit Schwierigkeit einer trockenen Deſtillation unterwerfen, der man aber doch durch Beimiſchung von Sand und durch behutſame Regierung des Feuers ziemlich abhelfen kann. Hierbey erhält man alsdonn ſehr viel brennbares und kohlenſaures Gas und dann anfangs etwas weniges weſentliches Waſſer, wenigen ſauren Geiſt, deſto mehr brenz-

liches Oel, welches anfänglich noch den Geruch des Harzes hat, zuletzt aber immer dunkeler, ſchwärzer und endlich ganz pechartig übergehet. Der Rückſtand der Harze iſt Kohle, welche leicht, ſchwammicht, glänzend iſt, und ſich ſchwer einäſchern läßt. Sie enthält kein feuerbeſtändiges Alkali. Dieſe Produkte zeigen alſo, daß die Beſtandtheile der reinen Harze der Waſſerſtoff, Kohlenſtoff und Sauerſtoff ſind, zu welchen, nach dem phlogiſtiſchen Syſteme, noch Brennſtoff geſetzet wird.

Das ſo genannte **elaſtiſche** oder **Federharz** (reſina elaſtica, Caoutchouc) entſteht durch Eintrocknung eines milchweißen Saftes, welcher in Guiana, Quito, Cayenne, und Isle de France aus dem Baume **Heve** läuft *).

Von dieſen Harzen unterſcheidet man noch die **Gummiharze** oder **Schleimharze** (gummi-reſinae). Dieſe beſitzen das äußere Anſehen der Harze, ſind aber kaum merklich oder gar nicht durchſichtig, und löſen ſich ſo wenig im Waſſer als im Weingeiſte vollkommen auf. Sie ſind gummiartig und harzig zugleich, jedoch iſt das Verhältniß beyder Beſtandtheile verſchieden. Hierher gehören das Ammoniakgummi, das Opoponax, das Scammonium, das Bdellium, die Myrrhe, das Euphorbium, das Galbanum, die Gummigutte, der ſtinkende Aſand oder der Teufelsdreck, das Epheuharz, der Storax, das Carannagummi, die Saracocolla.

M. ſ. **Gren** Handbuch der geſammten Chemie; Th. II. Halle 1794. 8. §. 1171 f.

Harzelektricität, negative oder **Minus-Elektricität** (electricitas reſinoſa ſ. negatiua, électricité réſineuſe ou negative) iſt diejenige Elektricität, welche im gemeinen Harze oder Pech, Siegellack u. ſ. f. durch Reiben mit der Hand, Leder, Flanell, Katzenbalg u. dergl. erreget wird. **Dü Fay** entdeckte zuerſt, daß diejenige Elektricität, welche man im platten Glaſe durchs Reiben mit eben die-

*) *Juliaans* diſſ. de reſina elaſtica cayennenſi. Traj. ad Rhen. 1780. 4. im Ausz. in den leipz. Sammlung. zur Phyſik und Naturgeſchichte. B. II. St. 6.

dieſen Subſtanzen erhält, der entgegengeſetzet iſt, welche im Harze erreget worden, ſo daß ein elektriſirter Körper, welchen das geriebene Harz anzieht, in eben dieſem Zuſtande das geriebene platte Glas abſtößt. Die Benennung Harzelektricität iſt aber eine unſchickliche, wie ſchon unter dem Artikel **Glaselektricität** iſt gezeiget worden. Diejenigen, welche nur eine einzige elektriſche Materie annehmen, erklären die Harzelektricität aus dem Mangel dieſer Materie, und belegen ſie daher mit dem Nahmen der negativen oder Minus Elektricität. Herr Hofrath **Lichtenberg** gebraucht hierzu das ſehr ſchickliche Zeichen — E. M. ſ. den Artikel **Elektricität**.

Hauptgegenden, Cardinalpunkte (plagae cardinales, cardines mundi, points cardinaux) ſind die vier Punkte, in welchen der Horizont vom Aequator und dem Mittagskreiſe eines Ortes geſchnitten wird. Weil der Mittagskreis auf dem Aequator ſenkrecht iſt, und alle drey Kreiſe größte Kreiſe ſind, ſo wird der Horizont durch dieſe vier Punkte in vier gleiche Bogen oder Quadranten zertheilet. Der Mittags- und Mitternachtspunkt ſind die beyden Durchſchnittspunkte des Mittagskreiſes mit dem Horizonte. Der Mitternachtspunkt liegt bey uns nach der Gegend des ſichtbaren Poles hin und dieſem gerade gegen über der Mittagspunkt. Die gerade Linie vom Mittagspunkte zum Mitternachtspunkte heißt alsdann die Mittagslinie. Die beyden Durchſchnittspunkte des Horizontes mit dem Aequator aber beſtimmen die Morgen- und Abendpunkte. Hat ein Beobachter ſein Geſicht gegen den Mittagspunkt gewendet, ſo liegt ihm bey uns der Abendpunkt zur Rechten, der Morgenpunkt zur Linken und der Mitternachtspunkt im Rücken. Dieſe vier Punkte heißen auch **Süd, Oſt, Nord** und **Weſt**, wiewohl man auch unter dieſen Nahmen die um ſie herum liegenden Gegenden der Himmelskugel verſtehet. M. ſ. **Weltgegenden**.

Hebel (vectis, lévier). Wenn man ſich an einer feſten, unbeugſamen Verbindung von Körpern drey Punkte vorſtellen

 kann,

kann, um deren einen ſich die ganze Verbindung frey drehen läßt, an den beyden andern aber zwey Kräfte in Anſehung ihrer Wirkung einander entgegengeſetzet ſind, ſo heißt dieſe Verbindung ein **Hebel**. Ein Beyſpiel gibt der Wagebalken einer gemeinen Wage, in deſſen Mitte die Umdrehung geſchiehet, und an deſſen beyden Enden die Wagſchalen an den Schnüren hängen, in welchen die Gewichte den Balken nach entgegengeſetzter Richtung zu drehen ſtreben. Uebrigens läßt ſich die Anordnung einer jeden Maſchine bloß aus der Theorie der Hebel beurtheilen, mithin iſt der Hebel das erſte und wichtigſte mechaniſche Werkzeug, von welchem ſelbſt die gütige Natur ſo vielen Gebrauch gemacht hat.

Wenn man von aller Materie und derſelben Schwere abſtrahiret, und ſich bloß dieſe drey Punkte durch Linien verbunden vorſtellet, ſo nennt man dieſe Verbindung einen **mathematiſchen Hebel**, und wenn dieſe drey Punkte in einer geraden Linie liegen, einen **geradlinigen mathematiſchen Hebel**. Der Punkt, um welchen ſich die unbeugſame Linie drehet, wie (fig. 91.) c, heißt der **Ruhepunkt**, auch **Bewegungs**- oder **Umdrehungspunkt** (centrum motus, point d'appui). Die Kräfte, welche an dem Hebel auf eine entgegengeſetzte Art wirken, heißen nach ihrer verſchiedenen Beſtimmung **Kraft** und **Laſt**, welche man ſich auch als ziehende Gewichte vorſtellen kann. Wenn der Ruhepunkt des Hebels zwiſchen den Punkten a und b, woran die Gewichte befeſtiget ſind, oder auch zwiſchen der Laſt und Kraft liegt, ſo heißt er ein **Hebel der erſten Art, doppelarmiger Hebel** (vectis heterodromus); wenn aber die Laſt und Kraft an einer Seite des Ruhepunktes am Hebel angebracht ſind, wie (fig. 92.) in a und b, ſo heißt er ein **Hebel der andern Art** oder ein **einarmiger Hebel** (vectis homodromus). Beym Hebel der andern Art haben einige noch zwey Gattungen angegeben, die eine, wo die Laſt zwiſchen der Kraft und dem Ruhepunkte und die andere, wo die Kraft zwiſchen der Laſt und dem Ruhepunkte angebracht iſt, wiewohl man nicht nö-

thig hat, auf dieſen Unterſchied weitere Rückſicht zu nehmen, da es in der Anwendung doch nur auf gewiſſe Umſtände ankömmt, welches als Kraft, und welches als Laſt gelten ſoll, in der Theorie aber beyde als entgegengeſetzte Kräfte zu betrachten ſind.

Das Geſetz der beyden Kräfte am geradlinigen mathematiſchen Hebel iſt dieſes: **wenn zwey Kräfte an ſelbigem nach ihrer urſprünglichen Richtung, d. i. ſenkrecht, auf denſelben wirken, ſo ſind ſie im Gleichgewichte, wenn ſie ſich umgekehrt, wie die Entfernungen vom Ruhepunkte verhalten.**

Dieſes Geſetz, auf welches ſich die Statik und die ganze Maſchinenlehre gründet, iſt ſchon in den älteſten Zeiten bekannt geweſen. **Archimedes** [α]) bewies es bereits aus der Lehre vom Schwerpunkte. Dieſen archimedeiſchen Beweis findet man mit einigen Aenderungen beym **Wolf** und andern ältern mechaniſchen Schriftſtellern. **Archimedes** hatte zu zeigen ſich bemühet, daß gar kein Grund vorhanden ſey, warum der Hebel unter der Bedingung, welche das Geſetz ausdrückt, ſich auf die eine Seite eher als auf die andere drehen ſollte; daher er ſich gar nicht drehe.

Daß aber dieſer archimedeiſche Beweis Zweifeln unterworfen ſey, hat ſchon **Barrow** erkannt. Es wird nämlich hiebey ohne Beweis angenommen, daß der Schwerpunkt einerley bleibe, man möge Körper verbinden oder trennen. **Carteſius** [β]) ſuchte daher die ganze Statik aus dieſem Satze abzuleiten, daß die wahre Größe der bewegenden Kraft dem Produkte der Maſſe in ihre Geſchwindigkeit gleich ſey. Nimmt man an, daß ſich der Hebel (fig. 93.) a b mit den Gewichten p und q um den Ruhepunkt c bis in die Lage e c d drehe, ſo verhalten ſich die bewegten Maſſen wie p:q; die Geſchwindigkeiten wie die in gleichen Zeiten durch-

α) De aequiponderantibus lib. I. prop. VI; in Archimedis opp. per *Iſaacum Barrow* Lond. 1675. 4. imgl. Archimeds Kunſtbücher verdeutſcht von J. C. Sturm. Nürnb. 1670. fol. erſtes Buch: von der Flächen Gleichgewichte.

β) Tract. de mechanica; in opuſcul. poſth. Amſtel. 1701. 4.

laufenen Wege, oder wie die Bogen b d und a e. Da nun aber die beyden Sektoren c b d und c e a einander ähnlich ſind, ſo verhalten ſich die Bogen b d und a e wie die Halbmeſſer c b und a c, mithin iſt auch c b : a c das Verhältniß der Geſchwindigkeit. Demnach ſind nach **Carteſens** Satze die Kräfte, womit ſich p und q bewegen, wie p . c b : q . a c. Iſt nun p : q = a c : c b, ſo folgt

p . c b = q . a c

oder die bewegenden Kräfte ſind einander gleich, ſuchen aber den Hebel auf entgegengeſetzte Seiten zu drehen, daher er nach dem allgemeinen Satze des Gleichgewichtes in Ruhe bleiben muß. So richtig auch der Beweis an ſich iſt, ſo ſcheint doch der von **Carteſen** angenommene Satz nicht genugſame Evidenz eines Grundſatzes zu haben.

Newton α) leitet das Geſetz des Gleichgewichtes am Hebel aus der Zuſammenſetzung der Kräfte her, und **Varignon** β) beweiſet aus dieſer Theorie ſeine ganze Statik und Mechanik. Allein **Johann Bernoulli** γ) ſagt, man müſſe vielmehr umgekehrt die Lehre von der Zuſammenſetzung der Kräfte von der Lehre des Hebels ableiten, wenn man keinen Cirkel im Schließen begehen wolle. Erſt Herr Hofrath **Käſtner** δ) gab für das Geſetz des Gleichgewichtes am Hebel einen völlig ſcharfen mathematiſchen Beweis, und fand nachher, daß auch ſchon **de la Hire** in ſeiner Mechanik einige ähnliche Betrachtungen angeſtellet hatte.

Der erſte Satz, worauf die ganze Lehre der Hebel beruhet, iſt folgender ganz evidente Grundſatz: wenn in der Mitte (fig. 91.) c des Hebels der erſten Art der Ruhepunkt ſich befindet, und an beyden Seiten bey a und b gleiche Gewichte p und q hängen, ſo muß alles im Gleichgewichte ſeyn, folglich der Hebel ruhen. Denn weil alles auf der einen Seite des Punktes c wie auf der andern iſt, ſo müßte aus

α) Princip. nat. mat. lib. I. axiom. 3. coroll. 2.
β) Nouvelle mécanique ou ſtatique à Paris 1725. 4.
γ) Variae propoſ. mechanico-dynamicae; opp. Tom. IV. n. 177. §. V.
δ) Vectis et compoſitionis virium theoria euidentius expoſita. Lipſ. 1753. 4.

aus demjenigen, woraus folgte, daß q ſänke, auch folgen, daß p ſänke, und beyden zugleich kann dieſes nicht widerfahren. Weil nun nichts vorhanden, was dieſe beyden Gewichte p und q tragen kann: als die Unterlage bey c, ſo muß dieſe die völlige Laſt = 2p = 2q erhalten. Würde alſo an c ein Faden beſeſtiget, an welchem eine Kraft 2p = 2q vertikal aufwärts zöge, ſo würde alles im Gleichgewichte ſeyn. Es ſind alſo zwey gleich große Kräfte, welche am Hebel der erſten Art in gleichen Entfernungen vom Ruhepunkte nach ihrer urſprünglichen Richtung ziehen oder drücken, im Gleichgewichte, wenn ſie den Hebel auf entgegengeſetzte Art zu drehen ſtreben.

Bey dem einarmigen Hebel ſtelle man ſich nun vor, daß ac (fig. 92.) in der Mitte b unterſtützet wäre und in a und c gleiche Gewichte p und v hiengen, ſo muß die Unterlage in dem Punkte b eine Gewalt ausſtehen, welche = 2p = 2v iſt; ſtatt der Unterlage könnte auch in b ein Faden angebracht ſeyn, welcher vertikal mit einer Kraft 2p = 2v = r aufwärts zöge. Nähme man nun das Gewicht v bey c weg, ſo müßte der Punkt bey c zu ſteigen anfangen, wenn nicht bey c etwas anders angebracht würde, welches hinderte, daß p nicht ſinken könnte. Geſetzt nun, der angebrachte Widerſtand bey c könnte mehr ausſtehen, als nöthig wäre, das Gewicht p zu erhalten, ſo leidet er genau doch nur ſo vielen Gegendruck, als der Punkt c Kraft anwendet, ſich zu heben, d. h. wenn c von gar keiner Kraft in die Höhe getrieben würde, ſo leidet auch der Widerſtand genau ſo vielen Druck, als die Kraft = p wirkt. Dieß letztere findet nun Statt, wenn p bey a niederwärts und r = 2p bey b aufwärts ziehet, und bey c ſtatt der Kraft v ein Widerſtand angebracht wird. Weil nun dieſer Widerſtand bey c genau ſo vielen Gegendruck leidet, als das Gewicht v = p beträgt, ſo muß alles einerley bleiben, es mögen die Gewichte p, v und die Kraft r = 2p = 2v am Hebel angebracht ſeyn, oder es mögen p und r ungeändert bleiben, und ſtatt v der erwähnte Widerſtand angebracht werden. In dem erſten Falle

iſt nun alles im Gleichgewichte, alſo muß es auch im zweyten ſeyn.

Wenn man nun dieſen einarmigen Hebel jenſeit des Ruhepunktes c ſo weit verlängert, daß $cd = cb = \frac{1}{2}ac$, ſo wird, wenn das an d hangende Gewicht $q = 2p$ iſt, alles am Hebel im Gleichgewichte ſeyn, folglich dieſer ruhen. Ziehet nämlich p niederwärts und $r = 2p$ vertikal aufwärts, und in c iſt ein Widerſtand angebracht, welcher hindert, daß der Punkt c nicht ſteigen kann, ſo ſind nach dem Vorigen p und r im Gleichgewichte. Nimmt man nun $cd = cb$, hängt an d ein Gewicht $q = r = 2p$; an b ein Gewicht $ſ = r = q = 2p$, und bringt in c eine Unterlage an, ſo ſind alle vier Gewichte im Gleichgewicht. Für ſich ſind aber r und ſ im Gleichgewichte, alſo müſſen auch p und q im Gleichgewichte bleiben, wenn die Gewichte ſ und r weggenommen werden. Auf die Unterlage c drückt nun ein Gewicht, welches der Summe der Gewichte $p + q = 3p$ gleich iſt; ſtatt der Unterlage könnte alſo ein Faden mit einer Kraft $t = 3p$ vertikal aufwärts ziehen, und alles würde noch wie zuvor im Gleichgewichte bleiben. Nehme man nun das Gewicht q weg, und brächte in d einen Widerſtand an, welcher ſtark genug wäre, das Gewicht p zu erhalten, ſo würde auch hier noch alles im Gleichgewichte bleiben. Es erhält demnach ein Hebel der andern Art die einfache Kraft p in der dreyfachen Entfernung da die dreyfache Kraft t in der einfachen Entfernung cd vom Ruhepunkte d im Gleichgewichte.

Wenn nun überhaupt eine Kraft (fig. 94.) $r = \mu . p$ mit der Entfernung db vom Ruhepunkte d angebracht mit der Kraft p in der Entfernung $\mu . db = ad$ angebracht das Gleichgewicht hält, ſo iſt auch eine Kraft $ſ = (\mu + 1)p$ in der Entfernung $db = bc$ mit der Kraft p in der Entfernung $ab = (\mu + 1) db$ im Gleichgewichte, es mag μ eine ganze Zahl bedeuten, welche man will. Wenn nämlich $r = \mu . p$ und $ad = \mu . db$ iſt, ſo trägt die Unterlage bey d die Summe der Gewichte $r + p = (\mu + 1)p$. Würde alſo ſtatt der Unterlage bey d eine Kraft $ſ = (\mu + 1)p$ angebracht,

welche

welche vertikal aufwärts zöge, ſo müßten p, ſ und r noch im Gleichgewichte bleiben. Statt der Kraft r könnte man auch in dem Punkte b einen Widerſtand anbringen, welcher ſtark genug wäre, daß ſich der Punkt b nicht heben, und die Kraft p nicht ſinken könnte; mithin wären p in der Entfernung $ab = (\mu + 1)\,db$ von der Unterlage b mit $ſ = (\mu + 1)p$ in der Entfernung db am Hebel der andern Art im Gleichgewichte. Nimmt man nun $bc = db$, und hängt das Gewicht ſ in c am Hebel der erſtern Art ac, ſo iſt auch noch p in der Entfernung $ab = (\mu + 1)\,db$ mit $ſ = (\mu + 1)p$ in der Entfernung $bc = db$ im Gleichgewichte. Wenn folglich des größern Gewichtes Entfernung vom Ruhepunkte in des kleinern Gewichtes Entfernung ſo viel Mahl enthalten iſt, als das kleinere Gewicht p in dem größern ſ, ſo muß der Hebel ruhen. Es iſt nämlich dieſer Satz wahr, wenn $ſ = 2p$, alſo iſt er auch wahr, wenn $ſ = 3p$, deßwegen gilt er auch, wenn $ſ = (3 + 1)p = 4p$ u. ſ. f. alſo überhaupt für $ſ = \mu . p$, die ganze Zahl μ mag ſeyn, welche ſie will.

Hieraus folgt demnach unläugbar das Geſetz: wenn am Hebel das Verhältniß der Laſt zur Kraft mit dem verkehrten Verhältniſſe der Entfernungen vom Ruhepunkte einerley iſt, ſo halten beyde einander am Hebel das Gleichgewicht.

Aus der Proportion $p : q = bc : ab$ folgt, daß $ab . p = bc . q$ ſeyn müſſe, d. h. wenn Laſt und Kraft am Hebel im Gleichgewicht ſind, ſo muß das Produkt der Laſt in ihre Entfernüng dem Produkte der Kraft in ihre Entfernung vom Ruhepunkte gleich ſeyn. Dieſe Produkte nennt man die **Momente** oder **Abwage** der Laſt und der Kraft. Demnach erhalten Laſt und Kraft einander im Gleichgewichte, wenn ihre Momente gleich ſind, oder wenn ſie gleiche Abwage haben.

Aus dieſem angeführten Geſetze wird es nun leicht ſeyn, den Ort der Unterlage eines Hebels für das Gleichgewicht zu finden, wenn die Länge des Hebels nebſt den beyden an ſelbigen angebrachten Kräften p und q gegeben ſind. Beym Hebel der erſten Art (fig. 92.) hat man $p . ac = q . dc$. Da nun $cd = ad - ac$, ſo iſt $q . dc = q\,(ad - ac) =$

$q.ad - q.ac = p.ac$, mithin $(p + q)\,ac = q.ad$, und $ac = \frac{q.ad}{p+q}$, d. h. man multipliciret das Gewicht q mit der Länge des Hebels a d, und dividiret dieſes Produkt durch die Summe der Gewichte p und q, der Quotiente gibt die Entfernung des Gewichtes p von der zu ſuchenden Stelle der Unterlage. Setzt man z. B. die Länge des ganzen Hebels $= 6'$, $p = 2$ Pfund, und $q = 12$ Pfund, ſo iſt $ac = \frac{12.6}{12+2} = \frac{72}{14} = 5\frac{1}{7}$ Fuß.

Beym Hebel der zweyten Art (fig. 94.) ſind a d, p und ſ gegeben, und man ſucht b. Es iſt $ab.p = db.ſ$, weil aber $ab = ad + db$, mithin $ab.p = (ad + db)\,p = p.ad + p.db = db.ſ$, ſo ergibt ſich $db\,(ſ - p) = ab.p$, und $db = \frac{ab.p}{ſ-p}$, d. h. man multiplicire die Länge a b mit dem Gewichte p, und dividire dieſes Produkt durch die Differenz der beyden Gewichte ſ und p, der Quotiente iſt die Länge d b, wodurch alſo die Stelle b beſtimmt wird.

Wenn der im Gleichgewichte ſtehende Hebel beweget wird, ſo verhalten ſich die Wege, welche die Laſt und die Kraft durchlaufen umgekehrt wie dieſe beyden Kräfte. Hat nämlich der Hebel die Lage (fig. 93.) e c d bekommen, ſo iſt der Weg der Laſt $q = ae$ und der Weg der Kraft $p = db$. Da nun b c d ähnlich a c e, ſo ergibt ſich $bd:ae = cb:ac$; aber $cb:ac = q:p$, mithin $q:p = bd:ae$. Ein Pfund z. B. welches 6 Pfund beweget, muß 6 Fuß durchlaufen, wenn 6 Pfund nur einen Fuß durchlaufen, alſo muß es ſich 6 Mahl ſo geſchwind bewegen. Je kleiner alſo die Kraft in Vergleichung mit der Laſt iſt, die von jener in Bewegung geſetzet wird, deſto größer muß auch die Geſchwindigkeit der Kraft ſeyn, oder, wie man dieß gewöhnlich ausdruckt, ſo viel man an Kraft gewinnt, ſo viel verliert man an Geſchwindigkeit. Ueberhaupt bleibt dieß ein all-

allgemeines Geſetz der Maſchinenlehre, je geringer die an der Maſchine angebrachte Kraft iſt, um mit ſelbiger eben die Laſt zu bewegen, deſto geringer iſt auch die Geſchwindigkeit der Laſt.

Wenn die Wirkungen der am Hebel angebrachten Kräfte nicht, wie bisher iſt angenommen worden, nach ſenkrechten, ſondern nach ſchiefen Richtungen geſchehen, ſo nehme man an, die Kraft (fig. 95.) p an dem Hebel ab ziehe unter dem ſchiefen Winkel abc. Zieht man nun aus dem Ruhepunkte a auf die Richtung der Kraft bc die ſenkrechte Linie ac, und gedenket ſich, daß das rechtwinklige Dreyeck abc um den Punkt a gedrehet werden könne, ſo wird die Kraft p an ac angebracht mit dem Momente p.ac wirken. Sobald ſich aber ca drehet, drehet ſie zugleich das ganze rechtwinklige Dreyeck cab eben ſo ſtark mit, daher auch die Linie ab. Mithin iſt das Moment, womit ſie auf die Umdrehung von ba wirkt, ebenfalls = p.ac. Der Erfolg aber iſt gleich, es mag die Kraft p an c angebracht und durchs Dreyeck abc mit b verbunden, oder es mag dieſe unmittelbar an b angebracht ſeyn, und nach der Richtung bc ziehen. Folglich wird das Moment für den ſchiefen Zug bc an b durch das Produkt der Kraft p in die aus dem Ruhepunkte auf die Richtung der Kraft ſenkrecht gezogene Linie ca ausgedrückt. Nimmt man überhaupt die aus dem Ruhepunkte auf die Richtungslinie der Kraft ſenkrecht gezogene Linie für die Entfernung der Kraft von dem Ruhepunkte an, ſo wird auch für den ſchiefen Zug das Moment der Kraft dem Produkte der Kraft in die Entfernung gleich, und ſo gelten alle für den ſenkrechten Zug bewieſene Sätze auch für den ſchiefen.

Es ſey (fig. 96.) ab ein doppelarmiger Hebel, c der Ruhepunkt, und die Richtungen der Kräfte, welche am Hebel wirken, ad und be, ſo werden die aus dem Ruhepunkte c auf dieſe Richtungen gezogenen ſenkrechten Linien die Linien cd und cf ſeyn, und es folget das Gleichgewicht, wenn p.q = cf:cd, mithin p.cd = q.cf iſt. Wären

ren alſo am einarmigen Hebel (fig. 95.) die beyden Kräfte an dem gemeinſchaftlichen Punkte b angebracht, und wirkten nach den ſchiefen Richtungen bc und be, ſo kann nur alsdann das Gleichgewicht erfolgen, wenn $p:q = ea:ac$, folglich $p.ac = q.ea$ iſt. Wenn die Kraft r (fig. 96.) auf dem Hebelarm cb ſenkrecht iſt, und mit p das Gleichgewicht hält, ſo iſt $r:q = cf:bc$, d. h. wie der Sinus des Winkels cbf zu dem ganzen Sinus. Daraus folgt, daß eine Kraft, welche am Hebel ſenkrecht wirkt, mehr vermag, als wenn ſie nach einer ſchiefen Richtung wirkt.

Alle dieſe bisher bewieſenen Sätze gelten auch von den Winkelhebeln oder gebrochenen Hebeln, ſo wie auch von krummlinigen Hebeln. Unter einem **Winkelhebel** verſteht man einen ebenen Winkel (fig. 97.) acb, deſſen Seitenlinien ac und bc unbiegſame gerade Linien ohne Schwere, in der Spitze c alſo befeſtiget ſind, daß wenn der eine Schenkel um c gedrehet wird, der andere zugleich mit in Bewegung kömmt. Die beyden Schenkel ca und cb, an deren Enden zwey Kräfte p und q, welche denſelben auf entgegengeſetzte Art zu drehen ſtreben, ſo angebracht werden können, daß ſie einander das Gleichgewicht halten können, heißen die **Arme des Hebels.**

Wenn an den Armen eines Winkelhebels zwey gleiche Kräfte p und q in gleichen Entfernungen vom Ruhepunkte c ſenkrecht auf dieſelbe wirken, und den Hebel auf entgegengeſetzte Art zu drehen ſtreben, ſo halten ſie einander das Gleichgewicht. Denn nach dem, was bereits bewieſen iſt, folgt $q.bc = p.ac$.

Wenn die beyden Kräfte (fig. 98.) p und q an den Hebelsarmen bc und ba des Winkelhebels abc nach den ſenkrechten Richtungen cp und aq angebracht ſind, ſo erhalten ſie einander im Gleichgewichte, wenn ſie ſich verkehrt wie die Hebelsarme verhalten. Man verlängere nämlich bc nach d, mache $bd = ab$, und laſſe in d zwey Gewichte $ſ = r = q$ nach gerade entgegengeſetzten Richtungen auf db ſenkrecht wirken, ſo können alsdann r und p einander

der im Gleichgewichte erhalten, wenn p:r = db:bc. Weil nun r = ſ = q iſt, ſo iſt auch ſ mit q im Gleichgewichte und der ganze Hebel ruhet. Weil nun r und ſ für ſich im Gleichgewichte ſind, ſo muß auch q mit p im Gleichgewichte ſeyn, wenn p:q = ab:bc.

Geſetzt die Richtungen der Kräfte p und q wirken auf die Hebelsarme des Winkelhebels (fig. 99.) abc unter ſchiefen Winkeln, ſo ziehe man auf die Richtungslinien ad und ce der Kräfte q und p, die ſenkrechten Linien bd und be, und laſſe nach den Richtungen dq und ep die Kräfte ſ = q, und r = p ziehen, ſo ſind ſ und q, ſo wie r und p im Gleichgewichte. Soll nun r mit ſ im Gleichgewichte ſeyn, ſo wird erfordert, daß ſ:r = be:db, alſo auch q.p = be:db, d. h., q iſt mit p im Gleichgewichte, wenn ſich q zu p verhält umgekehrt, wie die Entfernung der Richtungslinie der Kraft p zur Entfernung der Richtungslinie der Kraft q vom Ruhepunkte b des Winkelhebels abc.

Hieraus folgt alſo, daß auch bey den Winkelhebeln zwey Kräfte im Gleichgewichte ſind, wenn ihre Momente gleich ſind, und umgekehrt. Denn aus der Proportion q:p = be:db ergibt ſich q.db = p.be.

Wenn die gerade Linie ac (fig. 100.) um den feſten Punkt c beweglich iſt, in einem andern Punkte a dieſer Linie aber die Kräfte p und q nach den Richtungen ap und aq in der Ebene der geraden Linie ac wirken, ſo muß das Gleichgewicht alsdann bleiben, wenn ſich die Kraft p zur Kraft q verhält, umgekehrt wie der Sinus des Winkels dac zum Sinus des Winkels cab. Denn wenn man aus dem Punkte c auf die Richtungslinien der Kräfte p und q die Linien cb und cd ſenkrecht ziehet, ſo ſtellt bcd einen Winkelhebel vor, auf deſſen Hebelsarme cq und cd die Kräfte p und q nach entgegengeſetzten Richtungen ſenkrecht wirken, und es findet das Gleichgewicht Statt, wenn p:q = cd:cb iſt. Nimmt man nun ca als den Halbmeſſer eines Kreiſes an, ſo iſt bc der Sinus des Winkels cab und cd der Sinus des Winkels cad; demnach wird alles im Gleichgewichte bleiben, wenn

wenn p : q = ſin. cad : ſin. cab. Wäre der Punkt c nicht ſtark genug, um den Druck beyder Kräfte p und q auszuhalten, ſo muß er nach der Richtung ce als die Verlängerung von ac ausweichen. Es werden demnach auch beyde Kräfte p und q den Punkt a nach der Richtung ac drücken. Dieſe Richtung ac nennt man die **mittlere Richtung** der Kräfte p und q, und die Kraft, welche den Punkt a nach der Richtung ac ſo ſtark drückt, als beyde Kräfte p und q denſelben nach eben dieſer Richtung drücken, die **mittlere Kraft**, die Kräfte p und q aber die **Seitenkräfte**.

Wären alſo die Kräfte p und q nebſt ihren Richtungen am Winkelhebel fcg gegeben, ſo läßt ſich die mittlere Richtung dieſer Kräfte auf folgende Art finden: man verlängere die Richtungslinie der Kräfte p und q, bis ſie ſich in dem Punkte a ſchneiden, ſo wird ac die mittlere Richtung ſeyn. Denn wenn man aus dem Ruhepunkte c des Winkelhebels fcg die Linien cd und cb auf die Richtungen der Kräfte ſenkrecht ziehet, ſo wird alsdann alles im Gleichgewichte bleiben, wenn p : q = cd : cb. Für den Halbmeſſer ac iſt aber bc der Sinus des Winkels bac und cd der Sinus des Winkels cad, mithin iſt auch fürs Gleichgewicht p : q = ſin. bac : ſin. cad, und der Punkt a, welcher dem Drucke der beiden Kräfte p und q ausgeſetzet iſt, kann nach keiner andern Richtung als nach ac drucken, d. h. es muß ac die mittlere Richtung der Kräfte p und q ſeyn.

Man ſieht leicht ein, daß dieſe Sätze mit der Lehre von der Zuſammenſetzung der Kräfte in der genaueſten Verbindung ſind. Es iſt nur noch nöthig zu erweiſen, daß die Kraft, womit c gedrucket wird, der Linie ac proportional ſey, um dieſe ganze Theorie aus der Lehre des Winkelhebels hergeleitet zu haben. Alsdann hat man auch daraus Stevins Satz vom Gleichgewichte dreyer Kräfte. M. ſ. **Gleichgewicht**. Denn die Kräfte p und q und der Gegendruck der Unterlage c verhalten ſich, wenn ſie im Gleichgewichte ſind, wie die drey Seiten des Dreyecks ahc oder aci, denen ihre drey Richtungen parallel ſind.

Nähme

Nähme man alſo **Stevins** Satz, oder die Lehre von Zuſammenſetzung und Zerlegung der Kräfte als bereits erwieſen an, ſo läßt ſich auch daraus umgekehrt die Theorie des Hebels ableiten und erweiſen. So verfuhr, wie bereits oben iſt angezeiget worden, **Newton** und **Varignon.** Allein es verdient offenbar die Methode den Vorzug, das Einfachere vorauszuſetzen, und daraus das Zuſammengeſetztere herzuleiten, als die umgekehrte Methode anzuwenden. **D'Alembert** [a]) erweiſet das Geſetz des Winkelhebels ſehr glücklich aus dem Gleichgewichte zweyer gleichen und gerade entgegengeſetzten Kräfte her; allein die Folge aus ſelbigem läßt ſich nur auf eine gezwungene und indirecte Weiſe auf den geradlinigen Hebel anwenden, und es iſt daher weit ſicherer, die Theorie des Winkelhebels von der Lehre des geradlinigen abzuleiten, ſo wie es Herr Hofr. **Käſtner** that.

Wenn das Gewicht des Hebels mit in Betrachtung gezogen wird, ſo heißt der Hebel ein **phyſiſcher.** Man kann ſich vorſtellen, daß derſelbe ein Gewicht ſey, welches im Schwerpunkte desſelben vereiniget iſt (m. ſ. **Schwerpunkt**); da alsdann der ſchwere Hebel als ein mathematiſcher betrachtet werden kann. Es ſey (fig. 101.) ac der ſchwere Hebel, ſein Gewicht $= \mathfrak{ſ}$, die Stelle des Schwerpunktes b, die Kraft p in a, die Laſt q in c, und d der Ort der Unterlage, ſo kann man nun den Hebel als einen mathematiſchen betrachten, an welchem drey Gewichte p, ſ und q hängen. Wären nun ſ, die Stelle des Schwerpunktes b, die Kraft p und der Ort d der Unterlage gegeben, ſo läßt ſich die Laſt q fürs Gleichgewicht auf folgende Art finden: ein Theil von q wird ſchon mit dem Gewichte des Hebels im Gleichgewichte ſeyn; dieſen ſetze man $= h$, den andern aber $= g$, ſo muß dieſer Theil g mit p im Gleichgewichte ſeyn. Nun hat man $dc : db = ſ : h$ und $dc : da = p : g$, mithin $h = \frac{ſ . db}{dc}$ und $g = \frac{p . da}{dc}$, alſo auch $q = h + g = \frac{ſ . db + p . da}{dc.}$.

Wäre

a) Traité de dynamique. à Paris 1743. 4.

Wäre z. B. die Schwere des Hebels $\mathfrak{ſ} = 6$ Pfund, $ad = 7'$, $dc = 1'$ und $p = 36$ Pfund; wäre ferner der Schwerpunkt b gerade in der Mitte des Hebels, alſo $bc = 4'$ und $bd = bc - bd = 4 - 1 = 3'$, ſo hat man $g + h = q = \frac{6.3 + 36.7}{1} = 252 + 18 = 270$ Pfund.

Aus der Gleichung $q = \frac{ſ.db + p.da}{dc}$ ergibt ſich $q.dc = ſ.db + p.da$, d. h. die Summe der Momente an der einen Seite der Unterlage d iſt mit dem Momente an der andern Seite gleich groß. Iſt nun die Laſt q nebſt den übrigen Stücken gegeben, ſo findet man durch Hülfe dieſer Gleichung die Kraft p; es iſt nämlich $q.dc - ſ.db = p.ad$ und $p = \frac{q.dc - ſ.db}{ad}$.

Sollte endlich die Unterlage des ſchweren Hebels ac geſuchet werden, wenn die Kraft p und die Laſt q nebſt den übrigen Stücken gegeben ſind, ſo ſuche man zuerſt den Schwerpunkt für beyde Gewichte p und ſ; man hat nämlich $be = \frac{ab.q}{p+ſ}$, und es wird nun eben ſo gut ſeyn, als wenn in e ein Gewicht $r = p + ſ$ hienge. Weiter iſt $ce = cb + be = cb + \frac{ab.p}{p+ſ}$; demnach $ce(p+ſ) = cb(p+ſ) + ab.p = (cb + ab)p + ſ.cb$, oder $ce(p+ſ) = p.ac + ſ.cb$, weil $cb + ab = ac$. Nun iſt $cd = \frac{ce.r}{r+q} = \frac{ce(p+ſ)}{p+ſ+q}$, alſo auch $cd = \frac{p.ac + ſ.cb}{p+ſ+q}$. Nach dem vorigen Beyſpiele wäre demnach $cd = \frac{36.8 + 6.4}{36 + 6 + 270} = \frac{288 + 24}{312} = \frac{312}{312} = 1'$.

Der Hebel iſt das einfachſte, und eben daher das vorzüglichſte unter den Rüſtzeugen. Die Friktion iſt bey ihm ſehr gering, und die angewandte Kraft kann daher beynahe

den

den nämlichen Effekt bewirken, welchen die Theorie gibt, das ſich bey andern Maſchinen nicht ſo verhält. Uebrigens iſt der Gebrauch des Hebels zur Verſtärkung der Kraft unzählbar. Faſt bey allen Handarbeiten wird man bey geringer Aufmerkſamkeit die Anwendung des Hebels auf keine Weiſe verkennen können. In ſeiner ganz einfachen Geſtalt iſt er unter dem Nahmen des **Hebebaums** bekannt, und eine andere vorzügliche Anwendung deſſelben iſt die Wage. M. ſ. **Wage**.

Die größte Unbequemlichkeit, welche bey dem Gebrauche des Hebels Statt findet, iſt, daß ſich die Laſt auf keine beträchtliche Höhe heben läßt, indem ſein kürzerer Arm nur Kreisbogen von einem ſehr geringen Halbmeſſer beſchreibet, und folglich die Laſt kaum um die Höhe eines ſolchen Halbmeſſers bringt. Um dieſer Unbequemlichkeit abzuhelfen, hat man beſondere Einrichtungen erfunden, wo der Hebel abwechſelnd auf höher liegenden Unterlagen zu ruhen kömmt, wobey zugleich die am Hebel befindliche Laſt nach und nach höher gebracht werden kann. Oder man verſieht ſeinen kurzen Arm mit Bügeln, welche in eine gezahnte Stange eingreifen, und dieſe mehrere Mahl nach einander jedes Mahl um einen Zahn höher heben. Solchen mechaniſchen Vorrichtungen hat man den Nahmen **Hebladen** gegeben. Dieſe werden zum erſten Mahle von einem franzöſiſchen Schriftſteller α) unter dem Nahmen lévier ſans fin, und aus ſelbigem beym **Schwenter** β) ſehr undeutlich angeführet, von **Leupold** γ) hingegen deutlich und ausführlich beſchrieben. Beſondere Hebladen, Bäume umzureiſſen und Wurzelſtöcke aus der Erde zu bringen, haben **Böſe** δ), **Polhem** ε) und **Silberſchlag** ζ) beſchrieben. Außer-

α) Récréations mathematiques. Rouen 1634. P. II. probl. 21.
β) Mathematiſche Erquickſtunden. Nürnberg 1651. 4. Funfzehnter Theil 23 Aufg.
γ) Theatrum machinarum cap. V. Tab. 16. 17.
δ) Hebmaſchine Götting. 1771. 8.
ε) Abhandl. der ſchwed. Akad. der Wiſſenſch. XVIII. B. der Ueberſetzung S. 139.
ζ) Cloſter-bergiſche Verſuche. Berlin 1768. 6. Verſ. S. 169.

Außerdem wird der Hebel im gemeinen Leben ſo häufig angewendet, daß man ſelbſt nicht jederzeit darauf Acht hat; und ohne daß man das Geſetz desſelben zu kennen braucht. So beruhet auf dem Geſetze des Hebels der Geißfuß der Maurer, die Meſſer, Scheren, Zangen, Hämmer, Schlüſſel, Klinken an den Thüren, Bohrer, Ruder u. d. gl. In ſehr vielen Fällen wird auch die Laſt ſo angebracht, daß ſeine Geſchwindigkeit durch den Hebel vergrößert werden ſoll, alsdann iſt die Laſt vom Ruhepunkte weiter entfernet, als die Kraft.

Auch die Muskeln der thieriſchen Körper wirken bey Bewegung der Glieder nach den Geſetzen des Hebels. Hierbey hat ſich die Natur aber vorzüglich der einarmigen Hebel bedienet, bey welchen beſonders die zu bewegende Laſt vom Ruhepunkte weiter entfernet liegt, als die wirkende Kraft. Hierdurch wird nothwendig bey einer geringen Bewegung der Kraſt eine große Geſchwindigkeit der Laſt zu Wege gebracht, obgleich die Kraſt um ein Beträchtliches größer als die zu bewegende Laſt ſeyn muß. Von der Anwendung des Geſetzes des Hebels auf thieriſche Körper handeln beſonders Borellus [α]), Nieuwetyt [β]) und Wiedeburg [γ]).

M. ſ. Käſtners Anfangsgründe der angewandten Mathematik; die Statik.

Heber (ſipho, ſiphon) iſt eine krummgebogene zweyſchenklige Röhre (fig. 102.) abc, welche an den beyden Enden a und c offen iſt. Es dienet dieſer, flüſſige Materien aus einem Gefäße vermittelſt des Drucks der Luft auslaufen zu laſſen, oder ſie auszuheben. Die Geſtalt desſelben iſt übrigens ganz willkürlich.

Wenn man den einen Schenkel ba in ein Gefäß mit Waſſer eintauchet, indem der andere Schenkel bc außerhalb des Gefäßes frey herabhängt, ſo wird bey a, vermöge hydroſtati-

α) De motu animalium Lugd. Batav. 1685. 4. P. I. cap. 14.
β) Gebrauch der Weltbetrachtung, aus dem Holländ. von Segner Jena 1747. 4. X. Betr. S. 104.
γ) Mathematik für Aerzte von Joh. Ernſt. Baſ. Wiedeburg, fortgeſetzt von D. Johann Jakob Kohlhaas Jena 1792. 8.

ſtatiſcher Geſetze, Waſſer in die Röhre bis an de ſo hoch hinauftreten, als das Waſſer im Gefäße ſteht. Wenn nun alles in der freyen Luft befindlich iſt, ſo ſind beyde Waſſerflächen im Gefäße und in der Röhre dem natürlichen Drucke der Atmosphäre ausgeſetzet, die Preſſungen ſind einander im Gleichgewichte, und es bleibt alles in Ruhe. Sobald man aber durch Saugen bey c oder durch andere Mittel es dahin bringt, daß der ganze Heber bis c voll Waſſer wird, ſo wird er nun bey c anfangen auszulaufen, und hiermit ſo lange fortfahren, bis das Waſſer im Gefäße unter die Oeffnung a herabgeſunken iſt, und folglich kein Waſſer mehr in a treten kann. Es iſt alſo das Waſſer, welches zwiſchen de und a ſich befindet, bis b gehoben, und wegen dieſer Wirkung hat die gebogene Röhre den Nahmen eines Hebers erhalten.

Wird nämlich durchs Saugen an c die im Heber befindliche Luft nur etwas verdünnt, ſo wird nun das Gleichgewicht der Preſſungen der äußern und der im Heber verdünnten Luft gegen die Waſſerfläche aufgehoben, und es muß folglich das Waſſer in dem Schenkel ab hinaufſteigen. Setzt man nun den Querſchnitt des Hebers bey b $= \beta^2$, und das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers $= 1$, ſo iſt die Größe des Drucks der Luft, womit das Waſſer in dem längern Schenkel bc übergetrieben wird, $= \beta^2$ (32 Fuß — be). Hingegen drückt aber auch die Atmoſphäre gegen c aufwärts, und ſtrebt das Waſſer im Schenkel bc zu erheben, oder bey b in den Schenkel ba hinüber zu treiben; die Größe dieſes Drucks beträgt β^2 (32 Fuß — bc). Hieraus folgt alſo, daß das Waſſer mit einer Kraft gehen h hin getrieben wird, welche $= \beta^2$ (32 Fuß — be — 32 Fuß + bc) $= \beta^2$ (bc — be) $= \beta^2 \, .$ hc, und es muß folglich durch c abfließen. Das Waſſer fließt durch die Oeffnung c ununterbrochen ſo lange fort, als a noch im Waſſer eingetauchet bleibt, und bc größer als bh iſt, oder ſo lange die Oeffnung c, woraus das Waſſer fließt, tiefer liegt, als die Waſſerfläche de im Gefäße.

Hieraus läßt ſich beurtheilen, daß das Waſſer aus der Oeffnung c des Hebers alsdann nur ausfließen könne: 1) wenn die andere Oeffnung a im Waſſer eingetauchet iſt, 2) daß die Höhe be und fb nicht über 32 Fuß betrage und 3) daß die Oeffnung c, aus welcher das Waſſer fließen ſoll, tiefer liege, als die Waſſerfläche im Gefäße. Das erſtere iſt ſchon für ſich klar; denn wenn die Oeffnung a das Waſſer nicht mehr erreichen kann, ſo dringt nun die äußere Luft in die Röhre, und treibt alles darin enthaltene Waſſer aus. Das zweyte iſt dieſerwegen nothwendig, weil der Druck der Atmosphäre keine Waſſerſäule höher als bis 32 Fuß bringen kann. Wäre nun be wirklich höher als 32 Fuß, ſo wird der Ausdruck β^2 (32 Fuß — be) negativ, mithin trennt ſich das Waſſer bey b, und ſinkt gegen de zurück, ſo daß es darüber nur bis auf 32 Fuß Höhe ſtehet, und darüber ein leerer Raum bis b bleibt. Wäre im Gegentheil eb kleiner, aber fb größer als 32 Fuß, ſo wird zwar anfänglich das Waſſer zu laufen anfangen, alsdann aber aufhören, wenn die Oberfläche de im Gefäß 32 Fuß unter b herabgeſunken wäre, da ſich alsdann das Waſſer wie vorhin bey b trennen wird.

Was endlich das dritte betrifft, ſo iſt ganz klar, daß in der Formel β^2 (bc — bh) die Länge bc größer als bh ſeyn muß, wenn ihr Werth poſitiv ſeyn, oder das Waſſer in b wirklich nach c zu getrieben werden ſoll. Wäre bc gerade ſo groß als bh, ſo würde bc — bh = 0, und der Heber muß ſtill ſtehen, ohne jedoch auszulaufen; wenn aber bc kleiner als bh wäre, ſo wird nun bc — bh negativ, und der Druck in b wirkt gegen das Gefäß zurück, oder das Waſſer wird von b aus ins Gefäß zurückgetrieben.

Aus dieſen nothwendigen Bedingungen, wenn der Heber Waſſer ausgießen ſoll, wird ſich nunmehr leicht einſehen laſſen, daß der ausgießende Schenkel eben nicht, wie man ſonſt wohl glaubte, der längere ſeyn müſſe. Beſitzet nämlich der Heber gleich lange Schenkel, wie (fig. 103.) abc, deren Oeffnungen a und c in einer wagrechten Ebene liegen,

liegen, ſo wird dieſer nothwendig aus der Oeffnung c ſo lange Waſſer ausgießen, als die Waſſerfläche de im Gefäße über a und c liegt, weil das Waſſer in b mit der Kraft $\beta^2 . hc$ nach c getrieben wird. Sobald aber die Waſſerfläche de bis ac herabgeſunken, und h bis c gekommen iſt, ſo muß nun der Heber ſtill ſtehen, weil $hc = o$ iſt, mithin das Waſſer bey b völlig in Ruhe bleiben. Der Hebel bleibt aber mit Waſſer völlig gefüllt, und wenn wieder Waſſer ins Gefäß gegoſſen wird, ſo fängt er von neuem zu laufen an. Bringt man den andern Schenkel bc ebenfalls in ein mit Waſſer gefülltes Gefäß, ſo wird der Heber ſogleich wieder zu laufen anfangen, wenn die Waſſerflächen in beyden Gefäßen nicht in einerley wagrechten Ebene ſich befinden. Dieſer Heber iſt der ſogenannte würtembergiſche Heber.

Eben dieſe Beſchaffenheit hat es auch mit dem Heber abc (fig. 104.), deſſen längerer Schenkel auch im Waſſer eingetauchet iſt. Dieſer wird nämlich das Waſſer aus dem kürzern Schenkel in c ſo lange ausgießen, bis die Waſſerfläche im Gefäße d mit der Oeffnung c in einerley wagrechte Ebene kommt. Alsdann hört er zu fließen auf, bleibt aber, wie der würtembergiſche, mit Waſſer gefüllt, und fängt wieder zu fließen an, wenn von neuen Waſſer ins Gefäß gegoſſen wird.

In dem Falle, wenn das Waſſer (fig. 102.) durch a nur bis an pq hineingetreten iſt, und pq um die Entfernung pe höher liegt, als de, leidet pq von oben herab einen Druck, welcher ſo groß iſt als das Gewicht einer Waſſerſäule über dieſer Grundfläche, und deren Höhe um die Entfernung pe kleiner iſt, als 32 Fuß, mithin iſt auch dieſer Druck kleiner als der dieſem entgegengeſetzte Druck der Atmoſphäre gegen pq, und dieſerwegen muß das Waſſer durch den Schenkel ab ins Gefäß zurückfließen, und den Heber leer machen.

Schon bey den Griechen waren die Heber bekannt. Heron α) von Alexandrien thut derſelben Erwähnung und erkläret ſie aus der Vermeidung des leeren Raumes. Johann Baptiſte Porta β) ſchlug vor, Waſſer vermittelſt der Heber über Berge zu führen. Um aber dieſen Vorſchlag ins Werk zu richten, mußte der Heber zuerſt gefüllet werden. Zu dem Ende mußten bey den Oeffnungen deſſelben Hähne, und der obere Theil b einen Hahn und Trichter beſitzen. Anfänglich wurden die Hähne an den Oeffnungen verſchloſſen, und der Heber durch den Trichter gefüllt; hiernächſt wurde alsdann der Hahn am Trichter verſchloſſen, und die beyden Hähne an den Enden geöffnet. Auch wird dieſer Vorſchlag von Schwenter γ) wiederhohlt. Beyde wußten jedoch noch nicht, daß die Höhe des Berges nicht über 32 Fuß Höhe haben müſſe, und kannten die wahre Urſache der Wirkung des Hebers noch nicht.

Da man aber den Druck der Luft genauer kennen lernte, ſo fing man bald an, das Fließen des Hebers aus demſelben herzuleiten. Daraus folgte nun natürlich, daß der Heber im luftleeren Raume zu fließen aufhören müſſe. Der Erfolg beſtätiget auch genau dieſe Folge, wenn nur der Verſuch in einem guten Vacuo und mit gehöriger Vorſicht angeſtellet wird. Gleichwohl gab es lange nach Erfindung der Luftpumpe eine Zeit, zu welcher man aus einigen ſchlecht angeſtellten Verſuchen mit dem Heber unter der Luftpumpe folgern wollte, daß der Druck der Luft keinesweges die Urſache vom Fließen des Hebers ſeyn könne. Man brachte nämlich enge und niedrige Heber, worin das Waſſer, wie in jeder Haarröhre ohne Druck der Luft aufſtieg, unter das vermeinte Vacuum einer ſchlechten Luftpumpe, und fand, daß das Waſſer eine lange Zeit zu fließen nicht aufhören wollte. Daher vermutheten einige, daß das Fließen der Heber aus einem

α) Pneumaticorum ſ. ſpiritalium liber ex interpr. Commandini. Paris 1575. 4.

β) Pneumaticorum libri III. Neap. 1601. 4. lib. III. cap. I.

γ) Mathematiſche Erquickungsſtunden XIII. Theil.

einem Zuſammenhange des vorangehenden Waſſers mit dem nachfolgenden herrühre. Mehrere Nachricht hiervon und verſchiedene dahin gehörige Bemerkungen findet man beym Käſtner [α]). Allein Homberg [β]) hat ſchon ganz richtig bemerket, daß das Fließen des Waſſers im Heber unter der Glocke keinesweges die Erklärung umſtoße, daß das Fließen vom Drucke der Luft herrühre. Wenn man auch annimmt, daß die Luft unter der Glocke zehnmahl verdünnt wird, ſo hebt dieſe verdünnte Luft dennoch das Waſſer noch um $\frac{32}{100}$ Fuß oder beynahe 4 Zoll, wozu beſonders noch das Aufſteigen des Waſſers in engen Röhren hinzukommt. Hauſen in Leipzig fragte ſeine Zuhörer, ob der Heber im Vacuo fließen ſolle oder nicht? und machte den Verſuch, wie ſie es verlangten. Bey vollkommen guten Luftpumpen, wenn ein gehöriger Grad der Verdünnung iſt bewirket worden, und bey hinlänglich hohen und genugſam weiten Hebern muß jeder Heber unter dem verdünnten Raume der Glocke zu fließen aufhören.

Zu Ende des ſiebenzehnten Jahrhunderts machte ein Bürger zu Stuttgard, Johann Jordan, zuerſt die Bemerkung, daß ein Heber von gleich langen Schenkeln aus jeder Oeffnung Waſſer gebe, wenn man die andere Oeffnung in ein Gefäß mit Waſſer tauche. Der damahlige herzoglich-würtembergiſche Leibmedicus, Salomon Reiſel, machte im Jahre 1684 die erſte Nachricht davon bekannt, und gab die Sache vermuthlich aus Mangel der Theorie für etwas ganz Beſonderes aus. Allein bald nachher beſchrieb Dionyſius Papinus [γ]) einen ſolchen Heber, und Reiſel [δ]) ſelbſt machte die wahren Umſtände davon bekannt. Dieſer Heber wurde der würtembergiſche genannt. Er machte damahls viel Aufſehen, weil man noch in der gemeinen Meinung ſtand, daß der im Waſſer eingetauchte Schenkel kürzer

α) Anmerk. über die Markſcheidekunſt. Götting. 1775. 8. Vorrede.
β) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1714. p. 84.
γ) Philoſoph. transact. 1685. n. 167.
δ) Sipho Wirtembergicus per maiora experimenta firmatus.

ſeyn müſſe, als derjenige, welcher das Waſſer geben ſoll. Man ſtellte damit viele Verſuche an, das Waſſer über 32 Fuß zu heben, welche aber natürlich den verſprochenen Erfolg nicht haben konnten.

Wenn eine aufrecht ſtehende Röhre (fig. 105.) de unten bey d in einem Gefäße mit Waſſer ſtehet, welches der freyen Luft ausgeſetzet iſt oben aber bey f mit einem an allen Seiten luftdicht verſchloſſenem Gefäße fg verbunden iſt, worin man die Luft ſtark verdünnen kann, ſo kann dadurch das Waſſer in der Röhre de zum Steigen gebracht werden, daß es ſich in das Gefäß, worin man die Luft verdünnt, ergießt. Das Gefäß fg ſey mit einem andern kl vermittelſt der Röhre hi verbunden, und dieſes untere Gefäß kl endige ſich in eine Röhre mn, welche mit dem Hahn i nach Gefallen geſchloſſen und wieder geöffnet werden kann. Durch eine oben in eben dieſem Gefäße kl angebrachte Oeffnung, welche luftdicht muß verſchloſſen werden können, fülle man es mit Waſſer an, und nachdem alles gegen den Zugang der Luft hinlänglich iſt verwahret worden, öffne man den Hahn o, damit das Waſſer durch die Röhre mn ablaufe: davon iſt nun der Erfolg dieſer, daß die in dem Gefäß fg und den Röhren de und hi befindliche Luft ſich in einen größern Raum, als vorher, ausbreitet; daher wird natürlich der Druck der Atmoſphäre auf die Oberfläche ac des Waſſers in dem offenen Gefäß ab größer, als der Gegendruck der eingeſchloſſenen, nunmehr verdünnten Luft, und eben deßwegen muß das Waſſer in der Röhre de hinaufſteigen, und ſich endlich in das Gefäß fg durch die Oeffnung bey e ergießen.

Wenn das offene Gefäß ab auf irgend eine Art beſtändig Waſſerzufluß erhalten kann, ſo kann man auch zwiſchen ab und kl eine Röhre anbringen, welche mit einem Hahn p verſehen iſt, um ſie nach Gefallen zu verſchließen. Wenn alsdann auch an fg eine mit einem Hahn q verſehene Röhre angebracht iſt, ſo kann dadurch das gehobene Waſſer zum beliebigen Gebrauche abgeleitet werden. Wenn

p geöffnet wird, ſo tritt das Waſſer aus a b in k l, da dann q zugleich geöffnet werden muß, damit ein Theil der eingeſchloſſenen Luft herausgehe. Nachdem k l angefüllet iſt, werden die Hähne p und q verſchloſſen, und der Hahn o geöffnet, damit das Waſſer aus k l wieder ablaufe, aus a b aber durch d e hinaufſteige.

Dieſe beſchriebene Einrichtung heißt ein **unterbrochener Heber**, weil die Schenkel desſelben nicht unmittelbar zuſammenhängen. Uebrigens ſieht man wohl, daß die Steigröhre d e hier viel kleiner als 32 Fuß ſeyn müſſe, wenn ſich das hinaufgeſtiegene Waſſer bey e wirklich ergießen ſoll. Denn da f g nicht ganz luftleer iſt, in welchem Falle erſt das Waſſer die wirkliche Höhe von 32 Fuß erreichen kann, ſo muß nothwendig das in der Röhre aufgeſtiegene Waſſer von der Elaſticität der verdünnten Luft einen Gegendruck leiden. Geſetzt, die eingeſchloſſene Luft werde nur in einem doppelt ſo großen Raum ausgebreitet, als derjenige iſt, welchen ſie im natürlichen Zuſtande annimmt, ſo wird ihre Elaſticität halb ſo ſtark bleiben, als ſie im natürlichen Zuſtande iſt, und das Waſſer wird in der Röhre d e etwa nur 16 Fuß hoch ſteigen. Von dieſem unterbrochenen Heber gibt **Wolf** [α]) eine kurze Beſchreibung, vollſtändiger aber **Leupold** [β]), und erinnert ſehr wohl, es müſſe der Behälter k l wenigſtens einen noch ein Mahl ſo großen körperlichen Raum haben, als f g, damit ſich die eingeſchloſſene Luft in einen hinlänglich großen Raum ausbreiten könne.

Soll dieſe Maſchine im Großen angebracht werden, ſo wird noch eine beſondere Einrichtung in dieſer Abſicht erfordert, daß ſich die Hähne o, p, q zu rechter Zeit öffnen und wieder ſchließen. Es ſey nämlich Anfangs o verſchloſſen, und p geöffnet, um k l zu füllen, ſo wird auch zugleich q geöffnet, damit ein Theil der verſchloſſenen Luft heraustrete, welche ſonſt dadurch, daß k l gefüllt wird, in einen engern Raum würde zuſammengepreßt werden. Nachdem nun k l gefüllt

 iſt,

α) Elementa matheſeos vniuerſae Tom. II. hydraul. §. 77.
β) In theatro machinarum hydraul. Tom. I. §. 12.

iſt, müſſen p und q geſchloſſen, o aber geöffnet werden, damit das Waſſer aus k l ablaufe, binnen eben der Zeit aber f g angefüllet werde. Sobald dieß geſchehen, muß ſich o ſchließen, p und q aber ſich zugleich wieder öffnen, damit durch p von neuem wieder Waſſer in k l laufe, zugleich aber das gehobene Waſſer aus f g durch q zum beſtimmten Gebrauche ablaufe. Caspar Schott *) beſchreibt eine Maſchine, welche ein Einwohner zu Baſel, Jeremias Miz, in ſeinem Hauſe habe anlegen laſſen, um vermittelſt eines ſolchen unterbrochenen Hebers das Waſſer in einen erhabenen Behälter zu bringen, aus welchem es nach dem bey ſeinem Hauſe befindlichen Garten zu einem daſelbſt befindlichen Springbrunnen geleitet ward. Allein Schott hat bey der Beſchreibung dieſer Maſchine nicht die Abmeſſungen aller Theile derſelben mitgetheilt, vermuthlich weil ſie ihm ſelbſt nicht bekannt geweſen ſind. Leupold gibt eine Einrichtung der Maſchine an, welche ſich von dieſer nur in Abſicht der Vorrichtungen, um die Hähne o, p, q zu rechter Zeit zu öffnen und zu ſchließen, unterſcheidet. Auch zeiget Wolf und ausführlicher Leupold, wie ſich mehrere dergleichen unterbrochene Heber mit einander verbinden laſſen, um das Waſſer noch auf größere Höhen zu bringen, als die von 18 Ellen.

Der ſo genannte Diabet der Alten iſt ein Heber, welcher gewöhnlich im Boden eines Gefäßes befeſtiget iſt, und ſich nur dadurch vom gewöhnlichen gebogenen Heber unterſcheidet, daß der eine Schenkel in dem andern ſteckt. Durch den Boden des Gefäßes (fig. 106.) a b c d ſteckt die an beyden Enden offene Röhre e f, und dieſe iſt mit einer etwas weitern höhern Röhre g h i bedeckt, welche ſonſt allenthalben verſchloſſen, unten aber am Boden des Gefäßes ſeitwärts bey g mit einer Oeffnung verſehen iſt. Wird nun das Gefäß mit Waſſer angefüllt, ſo dringt dieß durch die Oeffnung g in den zwiſchen beyden Röhren befindlichen Zwiſchenraum, und ſteigt darin eben ſo hoch, als im Gefäß ſelbſt, weil die darin

*) Technica curioſa lib. V. cap. I. — 3.

darin befindliche Luft durch die engere Röhre e f ihren Ausweg findet. Sobald alſo das Waſſer anfängt über e hinaufzuſteigen, ſo bald tritt es auch bey e in die engere Röhre hinein, fängt an durch dieſelbe auszufließen, und läuft ſo lange, bis die Waſſerfläche im Gefäß ſo weit herabgeſunken iſt, daß ſie die Oeffnung bey g erreichet hat. Dieſe Einrichtung in einen Becher gebracht, und in dem Rande desſelben verſteckt, macht den **Vexierbecher** aus, welcher mäßig gefüllt den Wein hält, ganz voll gefüllt aber bis auf den Boden ausläuft.

Noch mehrere beſondere Einrichtungen, bey welchen Heber von mancherley Geſtalten angebracht ſind, hat **Wolf** beſchrieben. So kann er z. B. die Geſtalt einer Schlange erhalten, welche das Waſſer aus einem Baſſin ausſäuft, das ein Storch in ſelbiges ausſpeyet u. ſ. w. Eine große Anzahl von Hebern beſchreibet **Lehmann** *).

Gewöhnlich werden die einfachen Heber durchs Saugen an der äußern Oeffnung gefüllt. Wenn ſie aber zur Aushebung gewiſſer Flüſſigkeiten gebraucht werden ſollen, die man nicht gern in den Mund kommen läßt, ſo bringt man am längern Schenkel, z. B. (fig. 102.) in g eine kleine gläſerne aufwärts gehende Röhre an, an welcher, bey Verſchließung der Oeffnung c mit dem Finger, ſo lange geſauget wird, bis die Flüſſigkeit den ganzen Schenkel b c angefüllet hat. Ein ſolcher Heber wird ein **doppelter Heber** genannt.

In der Natur ſelbſt können unterirdiſche heberförmige Canäle, welche mit Teichen, Seeen, Brunnen u. ſ. f. in Verbindung ſtehen, gar beſondere Erſcheinungen hervorbringen. Bey trockener Witterung z. B. kann ſich das Waſſer in Teichen, Brunnen u. d. gl., bey welchen der obere Theil der Canäle leer bleibt, erhalten, da hingegen beym Regenwetter, wenn das Waſſer höher ſteiget, und die Canäle ganz mit Waſſer ausfüllet, die Brunnen u. d. gl. auslaufen und leer werden. Dergleichen Brunnen haben alſo bey trockenem Wetter Waſſer, beym Regenwetter aber ſind ſie leer. Allem

Ver-

*) Diſſ. de ſiphonibus. Lipſ. 1710. 4.

Vermuthen nach verlieret auch auf dieſe Weiſe der czirknitzer See in Crain gegen den Auguſt ſein Waſſer, ſo daß man drey Wochen darauf auf ſeinem Boden gutes Heu machen kann. Nachher füllt er ſich auch wieder ſelbſt etwa binnen 24 Stunden mit Waſſer an, welches eine Menge Fiſche und nicht längſt ausgebrütete Waſſervögel mit ſich bringt.

M. ſ. Karſten Lehrbegriff der geſammten Mathematik. Th. V. Hydraul. Abſchnitt XVI. Deſſ. Anfangsgründe der Naturlehre mit Anmerk. vermehrt von Gren. Halle, 1790. 8. Abſchn. XIV. Wolfs nützliche Verſuche, Th. III. Cap. IX. §. 122 u. f.

Heber, anatomiſcher (ſipho anatomicus). Unter dieſem Nahmen hat Wolf α) ein blechernes Gefäß (fig. 107.) abcd, woran die hohe Röhre ef gelöthet iſt. Wenn man nun über die Oeffnung ab des Gefäßes eine Blaſe oder andere häutige Theile der thieriſchen Körper ſpannt, und gießt das Gefäß und die Röhre ef voll Waſſer, ſo wird die Haut nicht allein mit großer Gewalt in die Geſtalt eines Kugelabſchnittes ausgedehnet, ſondern es werden auch dieſe Häute und Gefäße vermöge des ſo ſtarken und gleichförmigen Drucks ſo auseinander getrieben, daß man nachher die Struktur derſelben weit beſſer als vorher unterſuchen, und ſie bequemer von einander trennen kann. Es iſt nämlich klar, daß das Häutchen ab einen Druck von innen nach außen ausſtehen muß, welcher dem Druck der Waſſerſäule ablk gleich iſt. M. ſ. Druck. Der Diameter des Gefäßes bey Wolfs β) anatomiſchem Heber war 48 Linien, der Diameter der Röhre ef 11, die Länge von g an gerechnet, ſo weit ſie nämlich über das Gefäß gehet, 250 Linien; die Blaſe ab ward mit 30 Pfund Gewichten beſchweret, welche durch den Druck des Waſſers, das in der Röhre doch nur $1\frac{1}{2}$ Pfund wog, wirklich gehoben wurden.

Heberbarometer ſ. Barometer.

Heliocentriſch (heliocentricum, heliocentrique) nennt man in der Aſtronomie dasjenige, was ſich auf den

Mit-

α) Elementa matheſeos vniuerſae. Hydroſt. cap. II. §. 52.

β) Nützliche Verſuche Th. I. Cap. 3. §. 58.

Mittelpunkt der Sonne beziehet, oder wovon man ſich vorſtellet, als wenn es aus dem Mittelpunkte der Sonne beobachtet wird. Die Stelle, welchen ein Planet aus dem Mittelpunkte der Sonne geſehen unter den übrigen Sternen einnehmen würde, heißt ſein **heliocentriſcher Ort**, und ſeine Länge und Breite die **heliocentriſche Länge und Breite**. Die heliocentriſchen Längen und Breiten der Planeten dienen vorzüglich, um die geocentriſchen Längen und Breiten, und daraus den wahren Ort derſelben zu beſtimmen; alsdann erſt werden ſich die Planetenbahnen angeben laſſen. M. ſ. **geocentriſch**.

Heliometer (heliometrum, heliométre) iſt eine Einrichtung, welche, an ein Fernrohr angebracht, dienen kann, die ſcheinbaren Durchmeſſer der Sonne und des Mondes genauer zu beſtimmen, als man es ſonſt durch Hülfe der Mikrometer thun konnte. Auf die Erfindung des Heliometers kamen faſt zu gleicher Zeit die Herrn **Bouguer** und **Servington Savery**.

Die Einrichtung des Herrn **Bouguer** *) war folgende: es werden zwey Objektivgläſer von gleichen Brennweiten neben einander geſtellet, ſo daß ein und dasſelbe Augenglas für beyde dienet. Auf dieſe Weiſe entſtehen alſo zwey deutliche Bilder des Objektes im Brennpunkte des Augenglaſes. Das eine von beyden Objektivgläſern iſt unbeweglich, das andere aber kann jenem vermittelſt einer Schraube genähert, oder weiter davon entfernet werden, wodurch ſich alsdann natürlich die beyden Bilder nähern und entfernen. Erhalten nun bey Betrachtung der Sonne die beyden Objektivgläſer eine ſolche Stellung, daß ſich die beyden Bilder der Sonne mit ihren Rändern berühren, ſo beſtimmt alsdann der Abſtand der Mittelpunkte beyder Gläſer den Durchmeſſer des Sonnenbildes, welcher dem ſcheinbaren Durchmeſſer der Sonne jederzeit proportional iſt. Den Abſtand der Mittelpunkte beyder Objektivgläſer wird an einem Maßſtabe vermittelſt eines am beweglichen Objektive angebrachten Zeigers angegeben,

*) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1748.

ben, wobey zugleich die Schraube durch ihre Umdrehung die kleinern Theile an einer getheilten Scheibe zeigt. Die Theile auf dem Maßſtabe, ſo wie die kleinern Theile auf der getheilten Scheibe werden, wie beym Mikrometer, durch Erfahrung geſchätzt. Vortheilhaft iſt es hierbey, ſich großer Objektivgläſer zu bedienen, weil ſich alsdann die Ränder der Sonnenbilder weit ſchärfer und beſtimmter berühren können. Um aber die Mittelpunkte beyder Gläſer nahe genug an einander zu bringen, wird von jedem Glaſe an der Seite, welche es dem andern zukehret, ein Theil abgeſchnitten, daß folglich die Gläſer die Geſtalt der größern Segmente eines Kreiſes erhalten. Eben ſo wird auch dieſe Einrichtung von **de la Lande** [α]) beſchrieben. Eine gründliche Belehrung hierüber findet man beym Herrn **Käſtner** [β]), wo zugleich des Herrn **de la Lande** nicht völlig richtige Vorſchriften verbeſſert werden.

Savery hatte bereits im Jahre 1743. der königlichen Societät zu London die Beſchreibung eines ähnlichen Werkzeuges übergeben [γ]), um den Unterſchied der Durchmeſſer der Sonne in der Erdnähe und in der Erdferne zu meſſen, wenn gleich das Fernrohr ſo ſtark vergrößerte, daß man den ganzen Durchmeſſer nicht auf ein Mahl ſehen konnte. Die Stellung der Objektivgläſer läßt er ungeändert, und begnüget ſich damit, die Unterſchiede zwiſchen den Sonnendurchmeſſern mittelſt eines gewöhnlichen Mikrometers in den Brennpunkten genau anzugeben. Auch hatte **Savery** ſchon den Gedanken, nicht zwey ganze Objektivgläſer zu gebrauchen, weil zwey ſelten völlig gleiche Brennweiten beſitzen, ſondern ein einziges in Stücken zu zerſchneiden, und dieſe ſtatt der ganzen zu gebrauchen.

Eine Verbeſſerung, welche **Dollond** [δ]) dieſer Einrichtung gab, beſtand darin, daß er ſtatt zwey ganzer Objektivgläſer ein einziges nahm, daß er in zwey gleiche Theile zerſchnit-

α) Aſtronomie §. 2433. zweyte Ausgabe.
β) Aſtronomiſche Abhandl. Samml. II. Gótting. 1774. 8. S. 372. ff.
γ) Philoſoph. transact. 1753. Vol. XLVIII. P. I. n. 26.
δ) Philoſoph. transact. Vol. XXVIII. P. I. n. 27.

ſchnitten hatte, welche an einander hingeſchoben wurden. Hierbey hat man nun den Vortheil, die Abſtände der Mittelpunkte ſo klein zu machen, als man will, folglich ſelbige genauer zu beſtimmen und kleinere Winkel zu meſſen, als bey der vorigen Einrichtung. Die eine Hälfte des Objektivglaſes macht **Dollond** unbeweglich, und mißt die Verſchiebung der andern Hälfte durch einen Maßſtab mit einem Vernier ab. Um die Länge des Fernrohrs zu verkürzen, ſchlägt er vor, hinter den halben Objektivgläſern ein ganzes anzubringen; oder noch vortheilhafter, die halben Objektive an das Ende eines reflektirenden Spiegelteleſkopes zu ſetzen. Werkzeuge nach dem letztern Vorſchlage eingerichtet heißen **Spiegelteleſkope mit Objektivmikrometern.** Beſchreibungen und Abbildungen hiervon geben Herr **de la Lande** und in einer Diſputation **Hallencreuz** und **Inſulin** [α]).

Eine ſehr wohlfeile Art, ſich ein Objektivmikrometer zum Gebrauche bey Beobachtungen eines Kometen zu verfertigen gibt **Lambert** an [β]).

M. ſ. **Prieſtley** Geſchichte der Optik durch **Klügel** Th. II. S. 531. Anmerk. Käſtners aſtronomiſche Abhandlungen; Sammlung II. Götting. 1774. S. 372 f.

Helioſkop (helioſcopium, hélioſcope) iſt ein Fernrohr, hinter welchem man das Sonnenbild auf einer Ebene auffängt. Nach einer genauern Beſchreibung, welche Herr **Käſtner** [γ]) hiervon gibt, iſt ſeine ganze Einrichtung dieſe: man zieht ein aſtronomiſches oder holländiſches Fernrohr etwas weiter aus einander, als man es brauchet, dadurch zu ſehen. Dieſes richtet man gegen die Sonne, und fängt das Bild derſelben, welches ſo entſteht, mit einer Ebene in einem dunkeln Orte auf; es ſey nun, daß man ein Zimmer zu dieſer Abſicht verfinſtert, oder daß man nur das Fernrohr in ein dunkeles Behältniß ſteckt, welches ſtatt des Bodens Papier in Oel getränkt, oder ein mattgeſchliffenes Glas hat, darauf

α) De micrometro obiectiuo. Vpſala 1760. 4.
β) Beyträge zum Gebrauch der Mathematik. Th. III. Berlin 1772. 8. N. VII. §. 25.
γ) Aſtronomiſche Abhandlungen. Samml. II. S. 362.

darauf ſich die Sonne abbildet. Auf dieſem Papiere oder auf dem Glaſe wird ein Kreis beſchrieben, welcher gerade das Sonnenbild ausfüllt, und welcher durch 5 innere concentriſche Kreiſe in die gewöhnlichen 12 Zolle getheilt wird.

Scheiner [α]), welcher ſich zuerſt des Helioſkops bediente, gebrauchte hierzu ein holländiſches Fernrohr, weil damahls noch kein anderes bekannt war. Er ſtellte hiermit in einem verfinſterten Zimmer Beobachtungen über die Sonnenflecken an. Die Berechnung der Größe des Bildes durch das Helioſkop hat Herr Käſtner vorgetragen. Auch Hevel [β]) beſchreibet das Verfahren mit dem Helioſkop ausführlich, und Roſt [γ]) handelt von dem ſprachrohrförmigen Helioſkop, deſſen ſich Eimmart in Nürnberg zur Beobachtung der Sonnenfinſterniſſe bediente.

M. ſ. Käſtner aſtronomiſche Abhandlungen; Sammlung II. S. 362 u. f.

Helligkeit ſ. Licht.

Helligkeit bey Fernröhren ſ. Fernrohr.

Hemiſphären ſ. Halbkugeln.

Hepatiſche Luft ſ. Gas, hepatiſches.

Herbſt (autumnus, automne) iſt eine von den vier Jahreszeiten, welche von dem Tage anfängt, da die Sonne beym Niederſteigen in den Aequator tritt, und ſich mit demjenigen endet, an welchem die Sonne ihre kleinſte Mittagshöhe erreichet hat. Die Ekliptik durchſchneidet den Aequator in zwey Punkte, nämlich im Anfangspunkte des Widders, und im Anfangspunkte der Wage. Die Hälfte der Ekliptik vom Anfangspunkte des Widders bis zum Anfangspunkte der Wage gibt bey uns den Frühling und den Sommer, die andere Hälfte aber den Herbſt und Winter. Daher beſtimmt der Eintritt der Sonne in die Wage den Anfang, und der in den Steinbock das Ende des Herbſtes, welcher ſich folglich um den 23. September mit der Herbſt-

nacht-

α) Roſa vrſina. Bracciani 1626. fol. lib. II. cap. 27.
β) Selenographia. Prolegom. p. 98.
γ) Aſtronomiſches Handbuch Th. II. Cap. 11.

nachtgleiche anfängt, und um den 21. December mit dem kürzeſten Tage ſich endet. M. ſ. Ekliptik.

In der ſüdlichen gemäßigten Zone erfolgen die Jahreszeiten, welche bey uns gerade entgegengeſetzet ſind; mithin fängt ſich daſelbſt der Herbſt mit der Nachtgleiche am 20. März an, und endiget ſich mit dem 21. Juni und mit dem kürzeſten Tage.

Im bürgerlichen Leben, da die Jahreszeiten mehr nach der Temperatur und Witterung, als nach dem Stande der Sonne abgemeſſen werden, verſteht man unter dem Herbſte die unbeſtimmte Zeit, da die Temperatur rauher und kälter, mithin die Sonnenwärme geringer wird, und die Bäume nach eingeſammelten Früchten ihr Laub zu verlieren anfangen.

Herbſtnachtgleiche (aequinoctium autumnale, équinoxe d'automne) iſt diejenige Zeit, zu welcher die Sonne in ihrer ſcheinbaren Bahn in den Aequator kömmt, und nachher in die ſüdliche Halbkugel übergehet. Dieſe Zeit macht an allen Orten der Erde Tag und Nacht gleich, und beſtimmt bey uns den Anfang des Herbſtes. Für die nördliche Halbkugel tritt die Herbſtnachtgleiche beym Eintritt der Sonne in die Wage ein, welches um den 23. September geſchiehet. Weil zu dieſer Zeit die Sonne gerade im Aequator iſt, mithin denſelben als ihren Tagekreis beſchreibet, ſo folget, daß ſie an allen Orten der Erde 12 Stunden ſichtbar und 12 Stunden unſichtbar iſt.

Herbſtpunkt ſ. Aequinoktialpunkte.

Hermetiſch verſchloſſen oder **ſigilliret** (hermetice clauſum ſ. ſigillatum, ſcellé hermétiquement). Die ältern Chemiker nannten die Oeffnung eines gläſernen Gefäßes oder einer Röhre **hermetiſch ſigilliret**, wenn man ſie am Feuer zugeſchmolzen hatte. Dieſen Nahmen hat man auch bis jetzt noch bey Verſchließung einer Oeffnung der gläſernen Röhre durchs Schmelzen an der Lampe, wie z. B. bey Barometer-, Thermometer- u. a. Röhren beybehalten.

Heronsball ſ. Springbrunnen.

Heronsbrunnen ſ. Springbrunnen.

Heterogen, ungleichartig (heterogeneum, diſſimilare, hétérogène, diſſimilaire) nennt man dasjenige, was von verſchiedener Natur und Beſchaffenheit iſt. So ſpricht man von heterogenen Körpern, welche in ihren Eigenſchaften und ihrer Natur verſchieden ſind. Eben ſo heißen auch die Theile, welche in ihrer innigſten Vereinigung eine homogene Maſſe, einen homogenen Körper geben, heterogene Theile. Dem Heterogenen wird überhaupt Homogen entgegengeſetzet. M. ſ. Homogen.

Himmel, Himmelskugel, Himmelsgewölbe, Firmament (coelum, ſphaera coeleſtis, firmamentum, ciel, firmament). Hierunter verſteht man das blaue Gewölbe, an welchem alle Geſtirne bey heiterer Witterung angeheftet zu ſeyn, und um ſelbigen ihre verſchiedenen Umläufe zu machen ſcheinen.

Die alten Weltweiſen glaubten, daß die Wölbung des Himmels wirklich ſo ſey, wie ſie uns erſcheine. Pythagoras, Plato, Ariſtoteles, Archimedes, Hypparch und andere ſetzten die Erde unbeweglich im Mittelpunkte, und ließen die Himmelskörper Kreiſe um ſelbige beſchreiben. Sie nahmen ſogar mehrere Himmel, oder in einanderſteckende Sphären, welche wie Kryſtall durchſcheinend ſeyn, an, an welchen die verſchiedenen Planeten angeheftet wären. An der letzten oder achten kryſtallenen Himmelſphäre hielten ſie die Fixſterne befeſtiget. Dieſes alte Syſtem hat zum Beweiſe für ſich bloß den Schein, und das copernikaniſche Syſtem, welches durch ſo ſehr viele Beobachtungen hinlänglich beſtätiget iſt, hat uns von der Größe und den Entfernungen der Himmelskörper von einander richtigere Begriffe gegeben, und gezeigt, daß das alte Syſtem auch wirklich nichts weiter als Schein hinterlaſſe, und daß die Behauptung von der Feſte der Himmel gar nicht beſtehen könne; außerdem aber ſahe man auch die Kometen nach gar verſchiedenen Richtungen in ſehr großen Bahnen alle die angenommenen kryſtallenen Sphären durchſchneiden. An dieſe feſte kryſtallene Himmel ſetzte daher Descartes ſein Syſtem des vollen Raumes

mes und der Wirbel. Er gedachte ſich nämlich den ganzen Weltraum mit den Theilen ſeines zweyten Elementes erfüllt, welche ſich um die Himmelskörper in Wirbeln mit ungemein großer Geſchwindigkeit bewegten. **Newton** beſtritt den vollen Raum des **Descartes**, und bewies wenigſtens aus den Erſcheinungen der Himmelskörper, aus den ununterbrochenen Bewegungen der Planeten, aus ihrer nicht abnehmenden Geſchwindigkeit, und aus dem freyen Durchgange der Kometen nach allen möglichen Richtungen des Himmels, daß der Weltraum, worin ſich die Himmelskörper bewegen, von keiner merklich widerſtehenden Materie ausgefüllt ſeyn könne, und daß ſich darin bloß die Lichtmaterie oder eine andere ſehr feine elaſtiſche Flüſſigkeit befinde. M. ſ. **Aether**.

Dieſer Weltraum iſt es alſo, in welchem ſich alle mögliche Himmelskörper, ſelbſt unſere Erde mit ihrem Dunſtkreiſe, nach bewundernswürdigen, unveränderlichen Geſetzen bewegen. Ein jeder Beobachter des Himmels ſieht alſo durch die Atmoſphäre der Erde in den unermeßlichen Himmelsraum. Da nun aber das Geſicht eines jeden Beobachters eine gewiſſe Grenze hat, über welche hinaus es die Entfernungen der Körper von einander gar nicht mehr unterſcheiden kann, ſo muß es ihm natürlich ſcheinen, als wenn alle Himmelskörper von ihm gleich weit entfernet wären; und wenn er nach allen Seiten hin eine freye Ausſicht hat, ſo entſteht daraus die Erſcheinung einer das Auge umgebenden ununterbrochenen Rundung, oder eines auf dem Horizonte aufſtehenden Gewölbes.

Aus dieſem Grunde ſollte uns alſo der Raum am Himmel, welchen wir ganz frey überſehen können, als eine vollkommene Halbkugel erſcheinen. Allein da wir beym Anblick der ſcheinbaren Himmelskugel zugleich uns unbewußt ein Urtheil über die Entfernungen der Körper, ihrer Größen und Geſtalten fällen, ſo erſcheinet uns auch das Gewölbe des Himmels nicht als eine vollkommene Halbkugel, ſondern als ein Gewölbe von einer ganz eigenen, am obern Theile eingedruck-

druckten Krümmung, wobey der Horizont drey bis vier Mahl weiter vom Auge entfernt iſt, als das Zenith.

Aus dem Artikel: Entfernung, ſcheinbare, erhellet, daß uns Gegenſtände auf der Plaine in gleichen Abſtänden entfernter ſcheinen, als über uns geſehene. Dieſem Geſichtsbetrug gemäß ſcheinen uns die niedrigern Stellen am Himmel weiter entfernet, die höherliegenden näher zu ſeyn, und es entſteht daraus die Vorſtellung einer ſtark eingedruckten Wölbung. Smith *) hat geſuchet, die Geſtalt dieſer Krümmung und ihrer Abmeſſungen genauer zu beſtimmen. Zu dem Ende ſchätzte er nach dem Augenmaße eine Stelle am Himmel, welche er vom Horizonte eben ſo weit als vom Scheitelpunkte entfernet hielt; nachdem er aber die Höhe dieſer Stelle maß, ſo fand er ſie nur 23 Grade über dem Horizonte. Ferner bemerket er, wenn die Sonne 30 Grad hoch ſtehe, ſo ſcheine ſie dem bloßen Auge dem Scheitelpunkte ſchon näher, als dem Horizonte zu ſeyn, ob ſie gleich dieſem wirklich näher wäre. Auch wenn ein Stern 45° über dem Horizonte erhaben ſey, folglich gerade in der Mitte zwiſchen dem Scheitel und dem Horizonte ſtehe, ſo ſcheine er vom Horizonte über drey Mahl entfernter als vom Scheitel zu ſeyn. Daraus iſt nun leicht zu begreifen, daß ein Winkel von einer gewiſſen beſtimmten Anzahl von Graden am Horizonte uns weit größer erſcheinet, als gegen den Scheitelpunkt zu. Man wird ſich daher ſehr irren, wenn man die wahre Größe eines Winkels nach der Größe eines Bogens am Himmel zwiſchen den Schenkeln desſelben ſchätzt. Smith gibt in folgender Tabelle das Verhältniß der ſcheinbaren Bogen oder Entfernungen vom Horizonte bis zum Zenith alſo an, welches zugleich das Verhältniß der ſcheinbaren Größe iſt;

Höhen	ſcheinbare Entfernungen
0°	100
15 —	68
30 —	50

Höhen

*) Vollſtändiger Lehrbegriff der Optik durch Käſtner §. 55.

Höhen	ſcheinbare Entfernungen
45 —	40
60 —	34
75 —	31
90 —	30

Aus eben dem Grunde führet auch Smith an, daß alle andere Gegenſtände und Entfernungen der Sterne am Himmel, ſo wie die Sonne und der Mond am Himmel in der Nähe des Horizontes größer ſcheinen, als wenn ſie höher ſtehen. Auch bemerket er noch, daß wegen dieſer ſcheinbaren Geſtalt der Wölbung des Himmels die Breite des Regenbogens beym Horizonte größer erſcheine, als in der Höhe. Ferner erkläret er daraus, daß die Höfe um die Sonne oder den Mond nicht kreisrund und concentriſch mit dieſen Körpern, ſondern länglichrund und eccentriſch ausſehen, ſo daß der längſte Durchmeſſer auf dem Horizonte ſenkrecht ſtehet, und ſich von dem Monde weiter niederwärts erſtreckt. Endlich beſtätiget er noch dieſe ſeine Theorie durch die Erſcheinungen der Kometenſchweiſe und eines von Dr. Cotes geſehenen merkwürdigen Meteors.

Schon ſoll Ptolemäus in ſeiner verloren gegangenen Schrift, von der Optik, nach dem Zeugniß des Roger Baco [α]) die ſcheinbare vergrößerte Geſtalt der Sonne und des Mondes auf dieſe Art erkläret haben, wiewohl er ſie in ſeinem Almageſt ganz unrichtig aus der Strahlenbrechung durch die Dünſte ableitet. Allein Alhazen zeigt, daß die Strahlenbrechung vielmehr eine Verkleinerung zu Wege bringen müßte, und glaubt vielmehr, daß die Sonne und der Mond nahe beym Horizonte deßwegen ſehr groß ausſehen, weil man ſie da viel weiter hält, als wenn ſie nahe bey dem Meridiane ſind. Auch Hobbes und Gaſſendi waren eben dieſer Meinung des Alhazen zugethan. Vom Pater Gouye [β]) und Molyneux [γ]) wurden ſie hingegen wieder beſtritten; Des-

α) Perſpectiua p. 118. ed. Combach.
β) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1700.
γ) Philoſoph. transact. n. 187.

aguliers aber zeigt, daß des Alhazen Meinung völlig richtig ſey, und beſtätigte ſie durch Verſuche.

Berkley α) behauptet, daß der Mond am Horizonte deßwegen größer und entfernter erſcheine, weil er wegen der Dünſte ein matteres Licht habe. Auch Euler ſagt, weil die Himmelskörper am Horizonte dunkeler erſcheinen, als in der Höhe, ſo ſcheinen ſie uns entfernter, und dieß iſt vorzüglich die Urſache, warum uns der Himmel als ein platt gedrucktes Gewölbe erſcheinet. Gegen dieſe Erklärung des Berkley führet aber Smith an, daß der Mond am Tage, und bey Mondfinſterniſſen in der Höhe betrachtet ebenfalls matter, und doch nicht größer erſcheine, und daß man daraus gar keinen Grund von der Vergrößerung der Sternbilder oder der Entfernung der Fixſterne von einander angeben könne. Ohne Zweifel wird weit richtiger der Grund der Vergrößerung daher geleitet, daß wir die betrachtete Sache da zu ſehen glauben, wo ihr Bild auf das ſcheinbare Gewölbe hinfällt; die Geſtalt dieſes Gewölbes aber ganz *allein* aus dem verſchiedenen Urtheile über Entfernungen am Horizonte und in der Höhe geſehener Sachen zu erklären, wovon Smith ſehr umſtändlich gehandelt hat.

Was die blaue Farbe des Himmels betrifft, ſo iſt dieſe keinesweges nach der Meinung der Alten eigen. Nach der Erklärung des Abt Nollets β) wird ſie von dem durch die Atmoſphäre gehenden Lichte der Sonne und der Geſtirne bewirket. Alle diejenige Stellen, an welchen wir keine Sterne erblickten, ſollten völlig dunkel erſcheinen, ſo wie dieß bey allen Körpern Statt findet, die kein Licht in unſer Auge ſenden. Das Licht der Sonne und der Geſtirne aber wird von der Erde in die Atmoſphäre und von dieſer wieder gegen die Erde reflektiret. Die ſtärkſten Lichtſtrahlen, d. i. die rothen, grünen und gelben, laſſen die Lufttheile hindurch, und werfen bloß die ſchwächſten, als die blauen, gegen die Erde und

α) Eſſay towards a new theory of viſion. Dublin 1709. 8. ſect. 68.
β) Leçons de phyſique. Tom. VI. p. 17.

und ins Auge zurück. Der Herr de Sauſſüre*) leitet die blaue Farbe des Himmels ebenfalls vom reflektirenden Lichte her. Aber die Luft, in ſofern ſie durchſichtig iſt, färbt nach ihm die Gegenſtände nicht; ſo ſehe man die Schneegebirge, welche von der Sonne erleuchtet werden, nicht blau, ſondern roſenfarb oder weiß, wenn man ſie gleich durch eine Maſſe Luft von 20 bis 30 Meilen betrachte; dieſe Farbe rühre bloß von den Dünſten her, durch welche die Sonnenſtrahlen auf ſie fallen. Ließe nämlich die Luft die blauen Strahlen mehr als andere durch, ſo müßten auch die Gletſcher in ſolchen Entfernungen ſtets blau erſcheinen. Berge hingegen von dunkeler, beſonders grüner Farbe, ſenden überhaupt nicht viel Licht ins Auge, zumahl wenn ſie wenig erleuchtet ſind; in einem ſolchen Falle werden die blauen Strahlen, welche die vorliegende Luft zurückwirft, von keiner größern Menge anders gefärbter Strahlen unſichtbar gemacht, und jene Berge durch die Luft geſehen erſcheinen blau, deſto dunkeler, je weiter ſie ſind. Wenn die Luft vollkommen durchſichtig wäre, ohne Farbe und frey von allen undurchſichtigen gefärbten Dünſten, ſo müßte uns der Himmel durchaus ſchwarz erſcheinen. Je reiner alſo die Luft iſt, deſto dunkeler muß ihre Farbe erſcheinen, bloß die Dünſte, und beſonders die noch nicht aufgelöſeten werfen verſchiedene Farben zurück, und dieſe, mit dem natürlichen Blau der Luft vermiſcht, bringen die verſchiedenen Arten der Farbe des Himmels hervor. Sein Blau iſt am Horizonte bläſſer als im Scheitel, und das Verhältniß dieſer Arten iſt eine Funktion von dem Verhältniſſe, welches zwiſchen den Mengen der Dünſte beyder Stellen Statt hat. Durch dieſe Betrachtung kam der Herr de Sauſſüre auf den Gedanken, die Menge der concreten Dünſte durch den Grad der blauen Farbe des Himmels zu beſtimmen. M. ſ. **Kyanometer.**

*) Journal de phyſique Mars 1791. überſ. in Grens Journal der Phyſik B. VI. S. 93. u. f.

Euler *) leitet die blaue Farbe des Himmels davon her, daß die kleinſten Theile der Luft von Natur eine blaue Farbe beſitzen. Allein er hat ſich dabey nicht beſtimmt ausgedruckt, ob dieſe Farbe von den Strahlen, welche die Lufttheilchen zurückwerfen, oder von denen, welche ſie durchlaſſen herrühre.

M. ſ. Prieſtley Geſchichte der Optik durch Klügel. S. 504 f.

Himmelskugel, künſtliche (globus coeleſtis artificialis, globe céleſte) iſt eine größere oder kleinere Kugel von Holz oder Pappe, auf deren Oberfläche die Kreiſe und merkwürdigen Punkte an der Himmelskugel, nebſt den Firſternen nach ihren Rectaſcenſionen und Declinationen alſo verzeichnet ſind, daß ſie eben die Lage gegen einander haben, wie ſie am Himmel gegen einander erſcheinen.

Auf einer ſolchen Himmelskugel findet man alſo den Aequator und die Ekliptik gehörig in Grade eingetheilet, nebſt den dazu gehörigen Polen, die Koluren der Tag- und Nachtgleichen und Solſtitien, die Breitenkreiſe und die beyden Wendekreiſe nebſt den Polarkreiſen. Den Meridian ſtellt ein meſſingener Cirkel vor, welcher in ſeine Grade eingetheilet iſt, und welcher oben um den Nordpol herum einen kleinen meſſingenen Kreis beſitzet, welcher in 12 gleiche Theile oder Stunden eingetheilet iſt, und **Stundenkreis** genannt wird. Durch den Mittelpunkt dieſes Stundenkreiſes geht ein Stift, welcher in dem Nordpol an der künſtlichen Himmelskugel befeſtiget iſt, und einen kleinen Weiſer beſitzet, der ſowohl mit Umdrehung der Himmelskugel zugleich, als auch für ſich allein herumgeführet werden kann. Dieſer meſſingene Mittagskreis, in welchem die künſtliche Himmelskugel um ihre Weltpole gedrehet werden kann, hängt in einem hölzernen Geſtelle, deſſen äußerer breite Rand den Horizont vorſtellet, auf welchem man gemeiniglich ſieben concentriſche Abtheilungen findet, wovon die erſte die

*) Briefe über verſchiedene Gegenſtände aus der Naturlehre a. d. F. überſ. von Kries B. I. Leipz. 1792. gr. 8. 33ter Brief S. 177. f.

die Gegenden, die zweyte und dritte den gregorianiſchen oder verbeſſerten Kalender, die vierte und fünfte den julianiſchen und die ſechste und ſiebente die in ihre Grade und Zeichen eingetheilte Ekliptik enthalten.

Endlich befindet ſich noch auf der Himmelskugel ein Quadrant von Meſſingblech, welcher in ſeine 90 Grade eingetheilet iſt, und mit dem einen Ende durch ein Druckſchräubchen an einen Punkt des meſſingenen Meridians befeſtiget werden kann. Dieſer Quadrant dienet, Bogen größter Kreiſe auf der Himmelskugel abzumeſſen, und wird **Höhenquadrant** genannt, weil man ihn vorzüglich im Scheitelpunkt befeſtiget, und zu Abmeſſungen der Höhen gebrauchet.

Sonſt pflegte man wohl dergleichen Kugeln maſſiv von Holz zu drehen, und alsdann auf ihre Oberfläche die merkwürdigen Kreiſe und Punkte nebſt den Fixſternen nach ihrer gehörigen Lage aufzutragen. Allein dergleichen Kugeln ſind wegen ihrer Schwere ſehr unbequem, und außerdem koſtbar. Leichter und weniger koſtbar verfertiget man ſie, wenn ein Gerippe von dünnen hölzernen Reifen mit Gyps in Form einer Kugel überleget, und alsdann mit Streifen überzogen wird, welche ſchon vorher mit den Kreiſen und Geſtirnen in Kupfer geſtochen, und auf Papier abgedruckt ſind. Auf eben dieſe Weiſe werden auch die künſtlichen Erdkugeln bereitet.

Die Streifen hierzu können eingerichtet werden, wie die zur Verfertigung der Aeroſtaten gebrauchet werden. M. ſ. den Artikel Aeroſtat (Th. I. S. 68.). Die Spitzen ſolcher Streifen fallen alsdann in die Pole, und die Entfernung des einen Pols von dem andern müßte die Hälfte eines Meridianes, folglich die halbe Peripherie eines größten Kreiſes ſeyn. Auf dem ebenen Papiere aber ſind dieſe Entfernungen offenbar kleiner als die Seitenlinien der Streifen, da ſie doch dieſen gleich ſeyn müßten. Dieſer Schwierigkeit wird nun vorzüglich dadurch abgeholfen, daß man das Papier befeuchtet, wodurch es ſich dergeſtalt dehnen läßt, daß bey Aufklebung die kürzere Linie in eine längere gezogen werden

kann.

kann. Allein dadurch werden doch die Stellen, welche die Kreiſe und Geſtirne gegen eine ſolche Linie annehmen, verändert, und da bey den künſtlichen Himmelskugeln viel auf die Genauigkeit ſolcher Stellen ankömmt, ſo muß ſchon bey Verzeichnung der Streifen auf die Dehnung des Papiers geſehen werden.

Zur Verzeichnung ſolcher Streifen findet man Vorſchriften beym Doppelmayr [α]). Die Gründe derſelben ſind zuerſt von Pieter Smit [β]) angegeben worden. Die eigentliche Theorie davon hat Herr Käſtner [γ]) auseinandergeſetzet, welcher zugleich eine ältere Abhandlung von Lowitz [δ]) über dieſen Gegenſtand hat abdrucken laſſen. Dergleichen Streifen zu Kugeln von verſchiedenen Größen kann man bey den Kunſthändlern zu Nürnberg und Augſburg erhalten.

Die künſtliche Himmelskugel dienet, unter andern mehreren vorgeſchlagenen Hülfsmitteln, vorzüglich dazu, ſich die Geſtirne am Himmel bekannt zu machen. Nur haben ſie das Unbequeme, daß man an ſelbigen die Sterne auf der erhabenen Seite findet, da doch der Himmel dieſelben an der innern hohlen Fläche zeiget; daher befinden ſich auf der Himmelskugel die Sternbilder verkehrt. Indeſſen hat dieſes Unbequeme doch weiter keine Schwierigkeit, ſich ſehr leicht darin zu finden, und ſie bleiben doch immer noch in jeder Abſicht die vorzüglichſten Hülfsmittel zur Bekanntmachung der Geſtirne; alles kömmt nur noch dabey darauf an, daß man ſie zu jeder Zeit ſo zu ſtellen wiſſe, damit ſie die Geſtirne nach ihrer Lage eben ſo zeigen, wie ſie am Himmel ſtehen. Hierzu gehören nun folgende Vorrichtungen:

1. man hänge den Meridian mit der darin beweglichen Kugel auf das hölzerne Geſtelle ein, daß der Nordpol an

der

α) Dritte Eröffnung der bionſchen mathematiſchen Werkſchule. Nürnberg 1721. 4. S. 2.

β) Cosmographia of Verdeelinge van de geheele Wereld. Amſt. 2te Ausg. 1720.

γ) De faſciis globis obducendis in comment. ſoc. Reg. ſcient. Goetting. 1778. claſſ. mathem.

δ) Commentat. ſociet. reg. ſc. antiquiores Tom. I. ad an. 1778.

der Kugel in die Kerbe des Horizontes komme, welche mit Norden bezeichnet iſt.

2. Erhebe man dieſen Pol über den Horizont ſo hoch, als die Polhöhe an dem Orte des Beobachters iſt gefunden worden.

3. Nun ſtelle man das ganze hölzerne Geſtelle mit der darin aufgehangenen Kugel ſo, daß der nördliche Theil gegen Norden zu ſtehen kommt, welches am beſten geſchehen kann, wenn man über eine bereits gezogene Mittagslinie den gemeinſchaftlichen Durchmeſſer des Horizontes und des Mittagskreiſes ſtellt.

4. Hierauf ſuche man in dem Kalender auf dem Horizonte denjenigen Grad der Ekliptik, worein die Sonne denſelben Mittag tritt, bemerke dieſen in der auf der Kugel befindlichen Ekliptik, und führe ſelbige unter den meſſingenen Meridian. Den Weiſer in dem Stundenkreiſe richte man alsdann auf 12, ſo ſteht die Himmelskugel eben ſo, wie der Himmel ſelbſt den nämlichen Mittag ſtehet.

5. Drehet man nun endlich die Himmelskugel von Oſten gegen Weſten, bis der Weiſer auf diejenige Stunde kömmt, in welcher man den Himmel betrachten will, ſo findet man am Himmel alle Sterne in eben der Ordnung auf einander, als ſie auf der Himmelskugel ſtehen.

Wenn nun die Himmelskugel nach dieſen Regeln richtig iſt geſtellet worden, ſo laſſen ſich alsdann verſchiedene Aufgaben aus der ſphäriſchen Aſtronomie auflöſen. So wird man z. B. bey Umdrehung derſelben wahrnehmen können, welche Sterne beſtändig ſichtbar ſind, welche nie aufgehen, und welche in den Zenith des Beobachters kommen. Auch wenn man die Zeit des Auf- und Unterganges eines Sternes finden will, ſo braucht man nur den Stern an den Morgen- oder Abendhorizont zu führen, der Weiſer auf dem Stundenkreiſe wird die Zeit des Auf- und Unterganges deſſelben anzeigen. Mehrere Aufgaben hier aufzulöſen, würde wider den Zweck ſeyn, indem ſolches mehr zur Aſtronomie gehöret. Außer den gewöhnlichen Lehrbüchern der Aſtronomie handeln beſon-

beſonders hiervon Blaeu [α]), Lulofs [β]), Adams [γ]) und Scheibel [δ]).

Da wo große Schärfe erfordert wird, ſind freylich die Auflöſungen auf dieſe mechaniſche Weiſe gar nicht zu gebrauchen; deſſen ungeachtet aber bleiben ſie auch alsdann noch ſehr brauchbar, weil ſie in manchen Fällen durch den bloßen ſinnlichen Anblick entſcheiden helfen, ob z. B. die berechnete Seite eines ſphäriſchen Dreyecks über oder unter 90°, ob der berechnete Winkel ſtumpf oder ſpitz iſt u. d. g., welches ſelbſt die Rechnung in manchen Fällen unentſchieden läßt.

Die Alten beſchäfftigten ſich ſchon mit Verfertigung der künſtlichen Himmelskugeln, ihre Modelle aber, von welchen beſonders Fabricius [ε]) redet, ſcheinen doch mehrentheils Armillarſphären geweſen zu ſeyn. Die Fabel von dem Atlas, welcher den Himmel auf ſeinen Schultern tragen ſoll, hat verſchiedenen ältern Schriftſtellern Gelegenheit zu vermuthen gegeben, daß er der Erfinder der Himmelskugel ſey; ſo erkläret Diodorus Siculus [ζ]) dieſe Fabel dadurch, daß ein mauritaniſcher Fürſt dieſes Nahmens die erſte Kugel mit darauf gezeichneten Sternen verfertiget habe, und Cicero ſagt: die Fabel, daß Atlas den Himmel trage, rühre bloß daher, weil er eine große Kenntniß von den Bewegungen der Himmelskörper gehabt habe. Nach der Muthmaßung des Gaſſendi [η]) ſoll 190 Jahre vor Chriſti Geburt Eudoxus von Cnidus eine Himmelskugel verfertiget, und die Sternbilder des Aratus darauf geſetzet haben. Nach dem Zeugniß des Suidas ſoll Muſäus, ein Schüler des Orpheus, eine Theogonie ausgearbeitet, und eine Himmelskugel erfunden

α) Inſtitutio aſtronomica de vſu globorum. Amſtel. 1634. 1652. 8.

β) Introductio ad cognitionem atque vſum vtriusque globi, Lugd. Batav. 1748. 8.

γ) Traetiſe deſcribing the conſtruction and explaining the vſe of new celeſtial and terreſtrial globes. the 2d. edit. Lond. 1769. 4.

δ) Vollſtändiger Unterricht vom Gebrauche der künſtlichen Himmels- und Erdkugel. Breslau 1779. 8. 2te Aufl. 1785. 8.

ε) Bibliotheca graeca lib. IV. cap. 14. p. 455. ſqq.

ζ) Bibliotheca hiſtor. lib. III. cap. 5. ed. *Seb. Caſtilio.* Baſ. 1559. fol.

η) Opera. Tom. V. p. 375.

den haben. Diogenes Laertius α) gebrauchet hierbey in einer Stelle das griechiſche Wort ποιησαι, welches aber wohl mehr von Verfertigung eines Gedichtes zu verſtehen iſt. Es ſcheinen daher den Alten die Vorſtellungen der Erdkugel bekannter geweſen zu ſeyn, und Ptolemäus β) handelt davon in ſeiner Geographie in einem eigenen Kapitel.

Die älteſte Himmelskugel, welche im borgianiſchen Muſeum zu Velitri anzutreffen iſt, beſchreibt Aſſemanni γ). Die Kugel iſt von einem gelben Metall, und beſtehet aus zwey Hälften, wovon die eine in die andere eingeſchloſſen werden kann. Sie ſteht auf vier Füßen, deren je zwey und zwey gegenüberſtehende entgegengeſetzte Quadranten von Scheitelkreiſen ſind. Ihre Höhe beträgt 1$\frac{3}{4}$ vncias. Die innern Durchmeſſer des Meridians und des Horizontes betragen 0,7 rheinl. Fuß, der äußere Durchmeſſer vom Meridian 0,78, und vom Horizonte 0,82 rheinl. Fuß. Der Präſul Borgia erhielt ſie aus Portugall. Ihre cuſiſche Inſchrift iſt nach der Ueberſetzung des Aſſemanni folgende: iuſſu et patrocinio domini noſtri, Soldani, regis Alkamel, docti, iuſti, orbis religioniſque defenſoris Muhammedis Ben Abi Bekr Ben Ajub, ſemper inuicti, deſcripſit Caiſſar Ben Abi Alkaſem Ben Moſafer Alabraki Alhanaſi, anno Hegirae 622, addiditque 16 gradus 46 minuta ad loca ſtellarum in Almageſto ſignata. Nach der chriſtlichen Zeitrechnung iſt die Jahrzahl 1225. Das Sternverzeichniß des Ptolemäus iſt ungefähr für das Jahr Chriſti 63, alſo 1162 Jahre früher, wofür der Araber 1160 angenommen, und das Vorrücken der Nachtgleichen jährlich 52 Sekunden geſetzt haben mag.

Vom 15. Jahrhunderte an beſchäfftigten ſich mit Verfertigung der Himmelskugeln Regiomontan, Schoner, Hartmann

α) Vita philoſophor. in prooem. p. 3.

β) Geographia lib. I. cap. 22.

γ) Globus coeleſtis Cufico - Arabicus Veliterni Muſei Borgiani a *Sam Aſſemanno*, ling. orient. in ſeminar. Patauino prof. illuſtratus, praemiſſa eiusdem de Arabum aſtronomia diſſertatione et adiectis duobus epiſtolis Cl. *Joſephi Toaldi*, in gymn. Patav. publ. aſtron. prof. Patav. 1790. 4.

mann u. a., welche aber noch ſehr unvollkommen waren. Um das Ende des 15ten Jahrhunderts verfertigte **Martin Behaim** α), ein nürnberger Patricier, welcher ſich in Portugall aufhielt, und viele Seereiſen gemacht hatte, künſtliche Erdkugeln, wovon noch eine in der Bibliothek zu Nürnberg ſich befindet, und von **Doppelmayr** abgebildet iſt. Im 16ten Jahrhunderte machten ſich **Fracaſtori**, **Gemma Friſius**, **Gerhard Mercator** und **Jodocus Hond** durch Verfertigung künſtlicher Erdkugeln berühmt, und im Jahre 1583 brachte **Tycho de Brahe** eine ſehr koſtbare Himmelskugel von 6 Fuß Durchmeſſer zu Stande, welche im Jahre 1728 mit der Sternwarte zu Kopenhagen ein Raub der Flammen wurde. Im 17ten Jahrhunderte thaten ſich in Holland die Gebrüder **Wilhelm Janſon** und **Johann Janſon Blaeu** oder **Cäſius** durch Verfertigung künſtlicher Erd- und Himmelskugeln hervor. Eine Erdkugel von ſieben Fuß im Durchmeſſer, 1645 bis 1650 von den Erben des **Wilhelm Blaeu** verfertiget, befindet ſich auf der Kunſtkammer zu Petersburg. Die große hohle gottorpiſche Weltkugel, welche für den Herzog Friedrich von Holſtein von 1656 bis 1664 durch **Andreas Buſch** aus Limburg verfertiget ward, und 11 Schuh im Durchmeſſer hatte, ſtellte inwendig den Himmel und auswendig die Erde vor, hatte an der Axe in der innern Höhlung einen Tiſch mit Bänken für 12 Perſonen, und am Horizonte eine Gallerie. Sie befindet ſich jetzt noch in Petersburg in einem eigenen Hauſe. Im Jahre 1623 unternahm es **Wilhelm Schickard** β), Kugeln, in deren Höhlung man ſehen konnte, zu machen. Auch **Erhard Weigel** γ) verfertigte große hohle Kugeln von Meſſing und Kupfer, zum Theil mit ſeinen heraldiſchen Sternbildern bezeichnet. Er durchlöcherte die Stellen der Sterne, und machte in die Kugelfläche Oeffnungen, durch welche man die Sterne in

α) Doppelmayr's Nachricht von den nürnbergiſchen mathematicis und Künſtlern. Nürnb. 1750. fol. S. 1.

β) Aſtroſcopium — denuo recuſum 1698. p. 2.

γ) Beſchreibung der verbeſſerten Himmels- und Erdgloben. Jena, 1681. 4.

in der hohlen Fläche als helle Punkte ſahe. Eine ſehr große Kugel dieſer Art, in welcher 30 Perſonen Platz haben, befindet ſich in Kopenhagen. Zu Anfange des 18ten Jahrhunderts machte ſich durch Verfertigung großer Globen der venetianiſche Kosmograph, Vincenz Coronelli, berühmt. Er machte für Ludwig XIV. zwey Kugeln von 13 Schuh Durchmeſſer, die zu Marly ſich befinden, und ihrer Größe ungeachtet wegen ihres genauen Gleichgewichtes mit einem Finger beweget werden können. In Frankreich und England verfertigten de l'Isle und Moll genauere Globen. In Deutſchland lieferte Ludwig Andreä zu Nürnberg zuerſt Erd- und Himmelskugeln in geringen Preiſen, welches auch nachher Enderſch zu Elbingen in Preuſſen und die homanniſche Officin that. Letztere übergab im Jahre 1728 die Beſorgung dem Prof. Doppelmayr, welcher ſie durch Puſchner in drey verſchiedenen Größen zu 6 Zoll, 8 Zoll und 1 rheinl. Fuß im Durchmeſſer verfertigen ließ. Im Jahre 1749 arbeitete die kosmographiſche Geſellſchaft zu Nürnberg an Verfertigung größerer und genauerer Erd- und Himmelskugeln *), kam aber damit nicht zu Stande, ſondern lieferte nur kleine, aber brauchbare Kugeln. Im Jahre 1752 machte Robert de Vaugondy für den König von Frankreich ein Paar Globen von 6 Fuß Durchmeſſer, auf welche 1764 des de la Caille entdeckte ſüdliche Sternbilder, und 1774 die Entdekkungen der engliſchen Seefahrer und der ruſſiſchen, zwiſchen Aſien und Amerika, nachgetragen wurden. Seit dem Jahre 1766 hat die kosmographiſche Geſellſchaft zu Upſal durch den Kupferſtecher Akermann und nach deſſen Tode durch Akrell in Stockholm Kugeln von 2 Fuß, 1 Fuß und 5 Zoll im Durchmeſſer geliefert. Unter verſchiedenen Größen verfertigten Adams zu London 1769 und de la Lande in Paris 1777 Globen, welche ſehr genau waren. Seit 1792 hat Hr. Bode neuere Erd- und Himmelskugeln beſorget, welche in Nürnberg

*) Avertiſſement des héritiers de Homann ſur la conſtruction de grands globes à Nuernb. 1746. fol. ſecond. avertiſſem. p. *Ge. Maur. Lowiz* 1749. 4. troiſ. avertiſſem. p. *Lowiz* 1753. 4.

berg verfertiget werden, und an Genauigkeit, Schönheit des Stichs und Vollkommenheit alle übrige übertreffen. Sie ſind in der weigel- und ſchneiderſchen Kunſthandlung zu Nürnberg und Jena zu haben. Auch die frauenholziſche Kunſthandlung zu Nürnberg liefert Globen, welche ebenfalls ſehr genau und vollſtändig ſind.

M. ſ. Käſtner Anfangsgründe der angewandten Mathematik. Aſtronomie §. 119. Pfennig Anleitung zur Kenntniß der mathematiſchen Erdbeſchreibung. Berlin u. Stettin 1779. 8. Cap. 15. S. 116 u. f.

Hitze. Man unterſcheidet in der deutſchen Sprache gewiſſe höhere Grade der fühlbaren Wärme, bey welchen gewöhnlich die Empfindung der Wärme ſchmerzhaft und nicht mehr zu leiden iſt, durch den Ausdruck Hitze.

Höfe um die Sonne und den Mond, Halonen (halones, coronae, halons, couronnes) ſind helle Ringe, welche die Sonne, den Mond, die Planeten, und bisweilen die Fixſterne umgeben, und bald weiß, bald farbig, wie der Regenbogen ſind. Mannigmahl ſieht man nur einen, zuweilen aber auch mehrere concentriſche Ringe. Die Größe der Höfe iſt übrigens gar ſehr verſchieden; mehrentheils beträgt ihr Durchmeſſer 45°, kann aber von 2° bis 90° und darüber anwachſen. Die Höfe ſind ſonſt kein ſeltenes Phänomen an manchen Orten, oft werden ſie aber an Orten, die nur einige Meilen von einander liegen, nicht zugleich geſehen. Daher kann auch die Urſache ihrer Entſtehung nicht ſehr hoch in der Atmoſphäre liegen.

Man kann ähnliche Erſcheinungen hervorbringen, wenn man bey kalter Luft ein Licht hinter den aufſteigenden Dampf vom warmen Waſſer ſtellet. Eben ſo wird man einen farbigen Ring um das Licht wahrnehmen, wenn man Fenſterſcheiben anhauchet, und das Licht einige Fuß davon auf eine Seite, und ſich auf die andere ſtellt. Wenn ferner in einem luftleeren Recipienten wieder Luft hineingelaſſen wird, und es ſteht jenſeit deſſelben ein Licht, ſo wird man ſelbiges mit einem gefärbten Ringe umgeben wahrnehmen, ſo bald ſich

die

die in der Luft enthaltene Feuchtigkeit niederſchlägt. Dieſe Bemerkung hat bereits ſchon **Otto von Guerike** [α]) gemacht. **Muſſchenbroek** [β]) ſahe einmahl im December 1756 durch ſein dünn überfrornes Stubenfenſter einen bunten Hof um den Mond, welcher verſchwand, wenn er das Fenſter öffnete. Es ſcheint alſo, als ob die eigentliche Urſache der Entſtehung der Höſe von der Brechung des Lichtes in den wäſſerigen Dünſten herrühre. Die unendlich abwechſelnden Erſcheinungen dabey aber machen es doch ſehr ſchwierig, jedesmahl eine genugthuende Erklärung von den Höfen zu geben, und es ſcheint nicht allemahl auf die allgemeinen Geſetze der Brechung des Lichtes, ſondern auch auf die wechſelsweiſe vorgehende Zurückwerfung und Durchlaſſung der ungleichartigen Strahlen in dünnen Scheibchen anzukommen, wovon bereits unter dem Artikel **Farben**, iſt gehandelt worden.

Deskartes führet in ſeiner Dioptrik an, daß kein Hof während des Regens ſich ſehen laſſe, und folgert daher, daß dieſes Phänomen von der Strahlenbrechung in den Eistheilen herrühre, welche nach ihrer verſchiedenen Erhabenheit demſelben bald größere bald kleinere Durchmeſſer geben ſollen. **Gaſſendi** [γ]) iſt der Meinung, daß die Höſe auf eben dieſe Art, wie die Regenbogen, entſtehen, und daß hierbey der Unterſchied ganz allein von der verſchiedenen Lage des Beobachters herrühre. Allein **Gaſſendi** hat auf keine Art begreiflich gemacht, wie die gehörigen Farbenſtrahlen ins Auge kommen. Auch **Dechales** [δ]) ſucht die Entſtehung der Höſe aus ähnlichen Gründen, wie den Regenbogen, zu erklären, und führet dabey folgenden Verſuch an: wenn auf eine mit Waſſer gefüllte Glaskugel die Sonnenſtrahlen auffallen, ſo werden ſie hinter ihr einen farbigen Kreis bilden, nachdem ſie ſich in dem Vereinigungspunkte durchkreuzet haben; er

α) Experimenta de vacuo ſpatio lib. III. cap. 11. p. 89.
β) Introductio ad philoſoph. natural. Tom. II. §. 1250.
γ) De meteoris; in opp. Vol. II. p. 103.
δ) Curſus mathem. Vol. III. p. 758.

er fand, daß die Strahlen des Randes am farbigen Kreiſe mit der Axe einen Winkel von 23° machten. Aus dieſem Verſuche meinet er die Entſtehung der Höfe völlig zu erklären. Wenn nämlich die Wolken vor der Sonne oder dem Monde weder zu dichte noch zu dünne ſind, ſo müſſe jederzeit ein Hof um ſie entſtehen, und die Regenbogenfarben werden ſich an den Tropfen zeigen, die 23 Grad von der Sonne oder dem Monde entfernet ſind. Wenn daher der Zuſchauer die gehörige Stellung hat, ſo wird er den Durchmeſſer des Hofs unter einem Winkel von 46° ſehen. Daß die Farben an dem Hofe bläſſer als an dem Regenbogen ſeyen, rühre daher, weil jener nicht in großen Regentropfen, ſondern in ſehr kleinen Dünſten gebildet werde. Die farbigen Kreiſe, welche man um Lichtflammen ſieht, leitet er von einer im Auge befindlichen Feuchtigkeit ab, weil er dieſe Erſcheinung durch bloße Dünſte nicht habe hervorbringen können, wenn er ſeine Augen wohl ausgewiſcht habe.

Die vornehmſte Theorie der Höfe hat **Huygens** *) vorgetragen. Er nimmt zu dem Ende kleine Kügelchen mit einem undurchſichtigen Kerne in der Atmoſphäre, etwa ſo groß als Rübſamen, an. Wären alſo (fig. 108.) a, b, c, d ſolche Kügelchen, auf welche die mit der Linie ca parallelen Sonnenſtrahlen auffallen, ſo werden die auf den undurchſichtigen Kern auffallenden Strahlen gänzlich abgehalten, die am Kern hingehenden aber in e, f, g, h unter einem Winkel zuſammengelenkt, deſſen Größe auf das Verhältniß des ganzen Kerns zur ganzen Kugel ankömmt. Man nehme an, es ſey dieſer Winkel 46°, das Auge habe ſeine Lage in o, und ſehe die Sonne nach der Linie oa; der Winkel aod ſey der Hälfte jenes Winkels, mithin hier 23° gleich, ſo erhellet, daß von allen zwiſchen a und d liegenden Kügelchen keine Sonnenſtrahlen ins Auge kommen. Denn von b z. B. werden diejenigen Strahlen, welche nahe am undurchſichtigen Kern vorbeygehen, nach i und m kommen, die von d zu- nächſt

*) Philoſoph. transact. Vol. V. n. 60. diff. de coronis et parheliis; in opp. reliquis. Amſtel. 1728. 4.

nächſt am Kern hinſtreichenden nach k und n u. ſ. f.; diejenigen Strahlen aber, welche noch weiter gegen den Rand zu einfallen, werden noch weiter vom Auge abgelenket. Es wird folglich d das erſte Kügelchen ſeyn, von welchem der Strahl do wieder ins Auge kömmt. Wenn nun die Figur um die Axe ae gedrehet wird, ſo ſieht man leicht, daß innerhalb eines Kreiſes vom Halbmeſſer 23° oder vom Durchmeſſer 46° dieſe Kügelchen alle Sonnenſtrahlen abhalten, hingegen die am Umfange dieſes Kreiſes liegenden wieder Licht ins Auge ſenden, woraus die Erſcheinung eines dunkeln Flecks um die Sonne ſelbſt, und eines hellen Kreiſes von beſtimmtem Durchmeſſer um das Dunkele folget. **Huygens** nimmt an, daß dieſe Kügelchen zuerſt feiner Schnee geweſen ſey, welcher durch die beſtändige Bewegung der Luft die runde Geſtalt bekommen habe, und darauf nach außen hin aufgethauet ſey. Er berechnet, daß ſich der Halbmeſſer des ganzen Kügelchens zum Halbmeſſer des Kerns wie 1000:480 verhalten müſſe, wenn der Hof 45° im Durchmeſſer, und wie 1000:680, wenn er im Durchmeſſer 90° ſeyn muß.

Weidler [α]) hält es aber nicht für wahrſcheinlich, daß Körper, wie **Huygens** ſie vorausſetzet, gerade mit den gehörig abgemeſſenen Kernen vorhanden ſeyn ſollten, und wenn ſie auch wirklich wären, würden ſie, wie er meinet, doch zu klein ſeyn, die ihnen zugeſchriebenen Wirkungen hervorzubringen. Außerdem wären die Höfe um Lichtflammen nichts Ungewöhnliches, wo es ſolche kleine Kügelchen mit Kernen gewiß nicht gäbe. Bloß kleine Waſſertropfen ohne einen undurchſichtigen Kern, worin das Licht zweymahl gebrochen und zweymahl zurückgeworfen worden, ſeyn hinlänglich, alle die Erſcheinungen ſolcher Höfe hervorzubringen, an welchen die rothe Farbe nach der Sonne hinliegt, wie es ſich auch durch die Erfahrung beweiſen laſſe. **Mariotte** [β]) leitet die Entſtehung der kleinen Höfe von der zweymahligen Brechung des Lichtes in wäſſerigen Dünſten ab: diejenigen, welche zwey

α) Diſſ. de parheliis. Viteb. 1738. 4.
β) Oeuvres *de Mariotte* p. 268. ſqq.

Reihen von Farben zeigen, aus kleinen Stücken von Schnee, die gegen die Enden zu etwas erhaben ſind; und die größern Höfe, beſonders die von 45° im Durchmeſſer, aus gleichſeitigen Prismen von Eis, welche er ſich in einer gewiſſen Lage gegen die Sonne vorſtellet.

Newton's [α]) Meinung von der Entſtehung der Höfe geht dahin, daß die größern und wenigern Abwechſelungen unterworfenen Erſcheinungen dieſer Art nach den allgemeinen Geſetzen der Brechung entſtehen. Die kleinern und veränderlichen aber mit den Erſcheinungen der Farben an dünnen Blättchen einerley Urſache haben. Das Licht, welches durch Regentropfen und durch ſphäriſche Hagelkörner zweymahl ohne Zurückwerfung gebrochen wird, müſſe am ſtärkſten in einer Entfernung von etwa 26 Grad von der Sonne ſeyn, und von da auf beyden Seiten nach der Sonne hin, und von ihr abwärts allmälig ſchwächer werden. Seyen die Hagelkörner aber nur ein wenig platt gedrücket, ſo könne das durchgehende Licht ſo ſtark ſeyn, daß dadurch in einer etwas kleinern Entfernung als 26 Grad ein Hof entſtehet, welcher auch Farben bekommen kann, und dann müſſe er inwendig roth und auswärts blau erſcheinen. Hätten die Hagelkörner inwendig undurchſichtige Kerne, wie Huygens angenommen habe, ſo werden dadurch die Höfe ſehr gut erkläret, indem ſolche Hagelkörner die Höfe inwendig roth, auswärts farbenlos, und innerhalb des Rothen dunkler als auswärts machen könnten, wie es an den Höfen wahrgenommen werde. Noch füget er hinzu, daß das Licht, welches nach zwey Brechungen und drey oder mehr Zurückwerfungen in dem Tropfen ins Auge komme, ſchwerlich ſtark genug ſey, um ſo helle Bögen hervorzubringen. An einem andern Orte [β]) nimmt er die Farben an dünnen Scheibchen und die Anwandlungen des leichtern Durchgehens oder Zurückgehens zu Hülfe, woraus beym Durchgange des Lichtes durch kleine Tropfen concentriſche Ringe entſtehen müßten. Iſt z. B. der Durchmeſſer eines

α) Optice lib. II. P. 2. prop. 9.
β) Optice lib. II. P. 4. obſ. 13.

eines Waſſertropfens $\frac{1}{500}$ Zoll groß, ſo müſſe der Durchmeſſer des erſtern rothen Ringes $7\frac{1}{4}$ Grad, des zweyten $10\frac{1}{4}$ Grad, des dritten 12° 33′ betragen und für noch größere oder kleinere Waſſertröpſchen würden die Ringe kleiner oder größer ausfallen. Dieſe Theorie ſucht er durch Beobachtungen von concentriſchen farbigen Höfen zu beſtätigen, welche er im Juni 1692 um die Sonne, und im Februar 1664 um den Mond geſehen hat. Die Farbenringe fanden ſich faſt in eben der Ordnung, welche man an den concentriſchen Ringen zwiſchen zuſammengedruckten Gläſern wahrnimmt. M. ſ. **Farben**. Bey der letztern Beobachtung fand er den innern Ring 3°, den zweyten $5\frac{1}{2}$° groß. Zunächſt um den Mond war ein weißer Kreis, worauf der innere Ring folgte, welcher einwärts bläulichgrün, und nach außen gelb und roth war, und zunächſt dieſem folgte blau und grün an der innern Seite des zweyten Ringes und roth auf der äußern Seite deſſelben. Zugleich erſchien auch ein ſehr großer Hof um den Mond von $22\frac{1}{2}$° Durchmeſſer. Dieſer hatte eine elliptiſche Geſtalt, welche von **Smith** als ein bloßer Geſichtsbetrug angeſehen wird, indem wir ſelbſt den Mond am Horizonte für größer als in der Höhe halten.

Simon Kotelnikow [a]) ſieht den bunten Hof, welcher bisweilen um eine Lichtflamme erſcheinet, als von einerley Art mit dem der Regenbogen an, welche nahe bey der Sonne erſcheinen würden, wenn ihr überſtarker Glanz es nicht hinderte.

Muſſchenbroek meinet, es möchten die Dünſte oder Scheibchen Eis von einer gewiſſen Dicke nach Maßgabe derſelben, das Licht entweder beym Durchgange durch die Waſſertropfen ſelbſt oder durch ihre Zwiſchenräumchen in allerhand Farben zerſpalten; läßt ſich aber auf die nähere Beſtimmung dieſer Dicke oder der Größe ihrer Theilchen weiter nicht ein.

a) Nov. commentat. Petropol. Vol. VII. p. 276.

Bouguer [α]) nahm auf dem Berge Pichincha von Peru eine Art von Hof gewahr. Gerade als die Sonne aufging, ſahe er auf einer weißen, etwa 30 Schritte von ihm entfernten Wolke, ſeinen eigenen Schatten am Kopfe mit einer Art von Glorie umgeben, welche aus drey oder vier kleinen concentriſchen Kreiſen beſtand, die mit ſehr lebhaften Farben, jeder wie der innere Regenbogen, geſchmückt waren, und auch das Rothe nach außen hin hatten. Dieſe Kreiſe waren in einer ziemlich großen Weite von einem weißen Kreiſe umſchloſſen. Die Durchmeſſer der kleinern Kreiſe waren $5\frac{2}{3}$, 11, und 17 Grad, der des größern 67 Grad. Dieſe Erſcheinung beobachtete er und ſeine Gefährden hernach oft wieder, aber nur in Wolken, welche aus gefrornen Theilchen beſtanden, niemahls in Regentropfen. War die Sonne nicht mehr im Horizonte, ſo war von dem weißen Kreiſe bloß ein Theil zu ſehen. Eine dieſer Erſcheinung ähnliche beobachtete auch Dr. Mac-Fait [β]) in Schottland, auf einer Anhöhe bey einem Nebel. Die dabey beobachteten Farben ſcheint er von der Beugung des Lichtes abzuleiten.

Ueberhaupt ſuchet Herr Hube [γ]) die Urſache von der Entſtehung der Höfe in der Beugung des Lichtes. Es ſey ein leuchtender Punkt, z. B. ein Fixſtern, ſehr weit von dem Auge (fig. 109.) o in der geraden Linie eo, ſo kann man alle von ihm kommende Strahlen, welche auf Dünſte fallen, die nicht weit vom Auge abſtehen, als parallel mit eo anſehen. Setzt man alſo, es befinden ſich zwiſchen dem Auge und dem Sterne einzelne niedergeſchlagene Waſſerdünſte, welche jederzeit die Geſtalt ſehr kleiner kugelrunder Luftbläschen haben, in der Atmoſphäre. Das Licht, welches durch die Bläschen ſelbſt gehet, wird zwar ſehr geſchwächt, aber nicht von ſeinem Wege abgelenkt, weil die Bläschen mit Luft angefüllt, und ihre Häute ſehr dünn, und in parallele Seiten

α) Mém. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1744; imgl. Ulloa's Reiſen, in der allgemeinen Hiſtorie der Reiſen. Th. IX.

β) Edinburgh eſſays Vol. I. p. 198.

γ) Vollſtändiger Unterricht in der Naturlehre B. II. Leipz. 1793. 8. 68. Brief S. 543 u. f.

Seiten eingeſchloſſen ſind. Das Licht hingegen, welches zwiſchen den Bläschen hindurchgehet, von welchen Herr Hube annimmt, daß ſie ziemlich weit von einander abſtehen, und einen dünnen Nebel bilden, leidet großen Theils eine Beugung, indeſſen verändert es doch ſeine Richtung nicht merklich, ſo lange es ſich in der Maſſe der Dünſte befindet. Denn geſetzt, es wird von einem Bläschen nach der Seite getrieben, ſo findet es gleich darauf ein anderes Bläschen, welches es eben ſo ſtark nach der linken Seite zurücktreibt, und alſo die Wirkung des erſten Bläschens zernichtet. Sobald aber ein Strahl an die äußerſten Bläschen nach dem Auge zu kömmt, und hier, weil die Dünſte etwas weit auseinander ſind, merklich abgebogen wird, ſo trifft er weiter nichts an, was die Beugung vernichten könnte, und er weicht daher von ſeiner vorigen Richtung ſtark ab, indem er nach dem Auge fortgehet. Geſetzt das Auge o empfange den abgebogenen Strahl von r; iſt nun der Winkel eor dem Winkel eop gleich, und p auch ein äußerſtes Theilchen, ſo muß das Auge auch von p einen abgebogenen Strahl erhalten. Denn da alle Bläschen Kugeln ſind, ſo ſtoßen ſie das Licht nach allen Seiten gleich ſtark ab. Stellt man ſich vor, daß die Linie or um oe als eine unbewegliche Axe ſich kegelförmig dreht, und alſo r einen Kreis beſchreibet, ſo muß von allen in dieſem Kreiſe liegenden Bläschen das gelten, was von p geſagt iſt. Das Auge empfängt von allen Licht, ſieht alſo einen hellen Kreis, einen Hof um den Stern; in der Fläche dieſes Kreiſes hingegen empfindet es einen Mangel des Lichtes, weil alle zwiſchen p und r, und in der ganzen Kreisfläche befindliche Bläschen, ſo wie q, eine Menge Licht zurückhalten und abbeugen, daß es nicht ins Auge o kommen kann. So entſtehen die Höfe auch um die Sonne und um den Mond, ja ſelbſt um ein brennendes Licht, deſſen Flamme man durch den Dampf vom kochenden Waſſer, durch angehauchte Glasſcheiben u. ſ. f. betrachtet. Sind die abgebogenen Strahlen wenig getheilt, ſo erſcheinet der Hof bloß als ein heller Kreis. Sind

ſie etwas abgeſondert, aber ſchwach, ſo zeiget er ſich gelbröthlich, weil unter allen Farben die rothe und die gelbe das Auge am ſtärkſten rühren, und die Farben, welche wir ſehen, oft ſo ſchwach ſind, daß wir diejenigen gar nicht bemerken, die auf das Auge überhaupt nicht ſtarke Eindrücke machen. Aber zuweilen iſt dennoch der Kreis, welcher um den leuchtenden Körper erſcheinet, beſonders wenn die Dünſte, in welchen er ſich bildet, weit genug vom Auge ſind, mit allen Farben des Prisma deutlich bemahlt.

Durch die Beugung werden oft die Lichtſtrahlen gleichſam in verſchiedene Haufen abgeſondert, weil die nächſten viel ſtärker zurückgeſtoßen werden, als die entferntern, wiewohl nach Herrn Hube alle Umſtände bey dieſer Sache noch nicht gehörig unterſuchet ſind. So bemerkte oft Newton drey verſchiedene Farbenſäume in dem gebogenen Lichte bey ſeinen Verſuchen. Dieſes ſcheint die Urſache zu ſeyn, daß man zuweilen mehrere concentriſche Kreiſe um die Sonne und den Mond ſieht. Denn es ſeyen z. B. ra, rb, ro die Richtungen der drey vornehmſten abgebogenen Strahlenhaufen, und oc, od mit rb und ra parallel, ſo wird das Auge in o nicht nur einen hellen oder gefärbten Kreis vom Durchmeſſer qr, ſondern zugleich auch noch zwey andere Kreiſe von den Durchmeſſern qc und qd ſehen, wenn anders allenthalben in der Entfernung qc und qd um q herum Dünſte vorhanden ſind. Oft kann uns auch ein ſolcher Kreis elliptiſch zu ſeyn ſcheinen, wenn wir gewiſſe Theile von ihm am Himmel weiter von uns entfernet halten, als andere. Je näher das Auge den Dünſten iſt, um deſto weniger Licht kann durch die mittleren Bläschen ganz von ihm abgebeuget werden. Daher ſieht es bey großer Weite einen hellen Kreis der einen etwas dunkeln Raum einſchließt; nahe aber bey den Dünſten bloß einen hellen runden Schein um den leuchtenden Körper, welcher durchgehends faſt gleich erleuchtet iſt. Uebrigens kann auch nach Herrn Hube's Meinung zu den Regenbogenfarben der Kreiſe oft die Elektricität der Dünſte viel beytragen.

M. ſ.

M. ſ. **Prieſtley** Geſchichte der Optik durch **Klügel.** S. 432 u. f.

Höhe eines Ortes (altitudo loci, hauteur d'un lieu) iſt die Perpendikularlinie der äußerſten Grenze des Ortes bis auf die erweiterte Horizontalfläche eines andern Ortes. Bey geringen Höhen eines Ortes auf der Erdfläche kann ohne merklichen Fehler die ſcheinbare Horizontalebene angenommen werden, auf welche die vertikale Linie als die Höhe des Ortes fällt; hingegen im Großen, wo es auf Genauigkeit ankömmt, muß man die mit der Erdfläche ſelbſt concentriſche Horizontalfläche nehmen. Gewöhnlich werden die Höhen der Oerter von der Meeresfläche aus gerechnet, welches jederzeit zu verſtehen iſt, wenn nicht ausdrücklich das Gegentheil iſt erinnert worden. In der praktiſchen Meßkunſt macht die Höhenmeſſung einen wichtigen Gegenſtand aus, und von den Höhenmeſſungen mittelſt des Barometers ſ. m. den Artikel, **Höhenmeſſung, barometriſche.**

Die Höhen der vornehmſten Berge auf der Erdfläche findet man in dem Artikel, **Berge**, angegeben.

Höhe eines Geſtirnes (altitudo aſtri, hauteur d'un aſtre) iſt der Bogen eines Scheitelkreiſes, welcher zwiſchen dem Horizonte und dem Geſtirn des Himmels, zu welchem der Scheitelkreis gehöret, enthalten iſt. Dieſer Bogen iſt das Maß des Winkels, welchen die nach dem Geſtirn gezogene Geſichtslinie mit dem Horizonte macht. Weil der Bogen des Scheitelkreiſes zwiſchen dem Horizont und dem Zenith jederzeit ein Quadrant iſt, mithin 90° ausmacht, ſo iſt der Abſtand der Höhe des Geſtirnes vom Scheitel allemahl das Complement der Höhe zu 90 Graden. Sterne, welche bey uns nie auf- und untergehen, erreichen täglich einmahl ihre größte und einmahl ihre kleinſte Höhe; in beyden Fällen nämlich, wenn ſie in den Mittagskreis kommen, wobey von Erreichung der größten Höhe bis zur kleinſten gerade 12 Stunden, und von dieſer bis zur größten abermahls 12 Stunden verfließen. Unter dieſen Sternen kann es einige geben, deren kleinſte Höhe = 0 iſt, d. h. welche beym täg-

lichen ſcheinbaren Umlauf einmahl im Horizonte anlangen. Diejenigen Sterne hingegen, welche bey uns auf- und untergehen, erreichen täglich nur einmahl ihre größte Höhe, und beym Auf- und Untergehen iſt ihre Höhe = 0. Azimuth und Höhe zuſammen beſtimmen den Ort des Geſtirnes für den Augenblick der Beobachtung, aber wegen des Fortrückens der Sterne ändern ſich dieſe Beſtimmungen alle Augenblicke.

Was die Meſſungen der Höhe der Geſtirne betrifft, ſo wird dieß eben ſo verrichtet, wie die Meſſung der Winkel in der praktiſchen Geometrie, nur werden hier vorzüglich genaue Werkzeuge und große Aufmerkſamkeit erfordert. Zur Beſtimmung der Mittagshöhen der Sterne dienet vorzüglich der Mauerquadrant. Gleich große Höhen vor und nach dem Durchgange durch den Mittagskreis heißen **übereinſtimmende** oder **zuſammen gehörige Höhen** (altitudines correſpondentes).

Höhenmeſſung, barometriſche (altitudinum menſuratio ope barometri, détermination des hauteurs par le moyen du barométre) iſt die Meſſung der Höhen vermittelſt des Barometers, welche ſich auf den verſchiedenen Druck der Luft in verſchiedenen Höhen über der Erdoberfläche gründet, und daher ganz auf phyſikaliſchen Gründen beruhet.

Es iſt bereits unter dem Artikel, **Barometer**, angeführet worden, daß gleich nach Erfindung der torricelliſchen Röhre der Rath **Perrier** zu Clermont in Auvergne, auf Veranlaſſung ſeines Schwagers **Pascal**, Verſuche damit in der Höhe über der Erdfläche anſtellte, welche die Vermuthung des **Pascals**, daß nämlich das Queckſilber auf größerer Höhe in der torricelliſchen Röhre immer weiter herabſinken müſſe, völlig beſtätigte. **Pascal** *) führet auch an, daß **Perrier** am 19ten Sept. 1648 den Stand des Queckſilbers im Garten des Kloſters der Minimen zu Clermont 26 Zoll $3\frac{1}{2}$ Linie, auf der Spitze des **Puy de Dome** aber nur 23 Zoll 2 Linien gefunden habe, daß alſo für dieſen etwa 500 Toiſen hohen Berg der

*) Traité de l'équilibre des liqueurs et le péſenteur de la maſſe d'air. Paris 1663. 12.

der Unterſchied 3 Zoll $1\frac{1}{2}$ Linie betrage. **Pascal** ſelbſt beobachtete das Queckſilber auf dem 24 Toiſen hohen Thurme der Kirche St. Jacques de la Boucherie in Paris über 2 Linien niedriger als unten. Daraus ſchließt er nun, daß das Queckſilber in der torricelliſchen Röhre nicht allein den Druck der Luft anzeige, ſondern vermuthet auch ſchon, daß man dadurch Mittel erhalten könne, die Höhe eines Ortes über andere von ihm entfernte zu beſtimmen. Nachdem etwa 20 Jahre darauf **Mariotte** *) das ſo genannte mariottiſche Geſetz entdecket hatte, daß ſich die Dichtigkeit der Luft wie die Kraft, mit welcher ſie zuſammengedrücket wird, verhalte, ſo gab dieß auch Veranlaſſung, eine Regel für Höhenmeſſungen mit dem Barometer feſtzuſetzen. Verſuche, welche man in den Kellern der pariſer Sternwarte mit dem Barometer anſtellte, zeigten, daß es um eine Linie herabſank, wenn man es 63 Fuß höher brachte, wofür **Mariotte**, der leichtern Rechnung wegen, 60 Fuß ſetzt. Stand alſo das Barometer auf 28 Zoll oder 336 pariſ. Linien, ſo mußte es auf 60 Fuß erhoben werden, wenn es 335 Linien zeigen ſollte. **Mariotte** ſtellte ſich nun die Atmoſphäre in Schichten getheilet vor, in deren jeder das Barometer $\frac{1}{12}$ Linie tiefer fällt, wovon alſo jede gleichviel Luft enthält. Er bekömmt alſo überhaupt $336 \times 12 = 4032$ ſolcher Schichten, wenn das Barometer in der niedrigſten Schichte 28 Zoll Queckſilber enthalten und in der oberſten ganz leer ſeyn ſoll. Da er nun zu unterſt 60 Fuß Höhe auf eine Linie Queckſilberfall rechnet, ſo erhält die unterſte Schichte den 12ten Theil davon, mithin 5 Fuß.

Wenn daher in einer gewiſſen Höhe über der Erdfläche das Queckſilber im Barometer noch 14 Zoll zeigte, ſo müßte nach dem mariottiſchen Geſetze der Druck der Luft und ihre Dichtigkeit nur halb ſo groß ſeyn, als unten, mithin die Höhe der 2016ten Schichte ſelbſt doppelt ſo groß oder 10 Fuß ſeyn. Bedeutet alſo überhaupt die Höhe des Barometers am Anfange einer Schichte in Zwölftheilen einer pariſer Linie ausgedruckt

*) Diſcours de la nature de l'air. 1676. 8. und in den oeuvres de Mariotte. à la Haye 1740. 4. Tom. I.

gedruckt $= y$, ſo wird man die Höhe einer jeden Schichte durch die Formel $\frac{4032.5}{y}$ ausdrücken müſſen. Mithin geben die Höhen aller Schichten zuſammen folgende Reihe:

$$\frac{4032.5}{4032} + \frac{4032.5}{4031} + \frac{4032.5}{4030} + \frac{4032.5}{4029} \ldots + \frac{4032.5}{y+1} + \frac{4032.5}{y}.$$

Berechnet man alle Glieder dieſer Reihe einzeln für ſich bis auf das Glied $\frac{4032.5}{y+1}$, und addiret ſie, ſo erhält man die ganze Höhe der Luftſäule bis dahin, wo die Barometerhöhe $= y$ iſt. Diejenige Luftſchicht, welche zum Diviſor y hat, liegt ſchon außer dem Orte der Beobachtung, und darf alſo nicht mitgerechnet werden. **Mariotte** ſcheuete aber die Mühe, die Glieder dieſer Reihe zu berechnen, und nahm an, ſie ſey eine arithmetiſche Progreſſion, deren erſtes Glied 5, und deren letztes $\frac{4032.5}{y+1}$ ſey. Dieſe alsdann nach den gewöhnlichen Regeln ſummirt, gab ihm die Höhe der Luftſäule.

Herr **de Lüc** *) gab ſich die Mühe, alle einzelne Glieder zu berechnen, und ſie zuſammen zu addiren, um die Barometerhöhe von 28 Zoll bis 16 Zoll für alle einzelne Zolle zu ſuchen, und ſelbige in eine Tabelle zu bringen, wobey er für eine Linie Herabſinken des Queckſilbers im Barometer nach Mariotte's Erfahrung wieder 63 Fuß geſetzet, die Schichten aber eine Linie hoch angenommen hatte. Dieſe Tabelle gibt für die Barometerhöhe von 15 Zoll 10 Linien auf dem Coraçon die Höhe dieſes Berges 12039 Fuß oder 2006 Toiſen über der Meeresfläche. Es beträgt aber die Höhe dieſes Berges 2470 Toiſen (m. ſ. **Berge**); mithin findet man nach Mariotte's Regel große Höhen viel zu klein. Der Grund davon liegt nicht allein darin, daß Mariotte die Vorausſetzung annahm, daß man nur 63 Fuß höher über

*) Unterſuchung über die Atmoſphäre Th. I. S. 296.

über die Erdfläche kommen müſſe, wenn das Barometer um 1 Linie herabfallen ſollte, ſondern auch ſelbſt in ſeiner angegebenen Regel, welche ganz fehlerhaft iſt. **Mariotte** ſahe zwar wohl ein, daß man das Wachsthum der Luftſchichten nach den Regeln beſtimmen könne, nach welchen man die Logarithmen findet; allein er gebrauchte dieſe doch wirklich nicht, und ſuchte daher durch Addiren das, was man durch Integriren finden muß. Daß aber Mariotte's Angabe von 63 Fuß viel zu klein ſey, ergibt ſich ſchon aus **de la Hire's** Beobachtungen α), welche er ebenfalls in den Kellern der pariſer Sternwarte anſtellte, er fand nämlich 74⅔ Fuß Höhe für 1 Linie Queckſilberfall. Auch **Horrebow** β) führet an, daß er, als das Barometer auf 28 Zoll Höhe ſtand, 75 Fuß habe ſteigen müſſen, bis es eine Linie geſunken ſey.

Halley war der erſte, welcher zu dieſer Abſicht die Logarithmen wirklich in Anwendung brachte, und übergab dieſerwegen der königlichen Geſellſchaft einen Aufſatz γ). Bey dieſer ganz richtigen Theorie legte er die Hyperbel zwiſchen den Aſymptoten zum Grunde, wie es dazumahl gewöhnlich war. Hier wird es aber vortheilhafter ſeyn, die Theorie nach Herrn **Käſtner** δ) in möglichſter Kürze durch Rechnung vorzutragen.

Es ſey (fig. 110.) f im Horizonte, k darüber um die Höhe fk = x erhaben; bey f ſey die Höhe des Queckſilbers im Barometer $= \alpha$, und bey k = y; bey f verhalte ſich die Dichtigkeit der Luft zur Dichtigkeit des Queckſilbers wie $\mu : 1$, wo μ natürlich ein ſehr kleiner Bruch ſeyn wird. Da nun nach dem mariottiſchen Geſetze die Dichtigkeiten

ten

α) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1709.
β) Elementa philoſoph. natural. Hafn. 1748. 8. cap. 8.
γ) A diſcourſe of the rule of the decreaſe of the height of the Mercury in the barometre; in d. philoſoph. transact. n. 181. u. in miſcellan. curioſis Lond. 1705. 8.
δ) Abhandlung von Höhenmeſſung. durch das Barometer S. 223. u. f.

ten der Luft in ſ und k wie die Drücke der Luft auf das Queckſilber, folglich wie die Barometerhöhen, oder wie $\alpha : y$ ſich verhalten, ſo iſt die Dichtigkeit der Luft in $k = \frac{\mu y}{\alpha}$.

Indem man aus k um dx ſteiget, falle das Queckſilber um dy. Die Höhe der Queckſilberſäule nimmt ab, indem die Höhe, um welche man hinaufſteiget zunimmt, mithin gehören beyden Höhen entgegengeſetzte Aenderungen zu, zu $+ dx$ gehöret hier $- dy$. Umgekehrt, wenn man niederwärts ginge, gehöret zuſammen $- dx$ und $+ dy$.

Die Abnahme der Barometerhöhe, oder $- dy$, muß dem Gewichte einer Luftſäule von der Höhe dx gleich ſeyn. Um ſo viel nämlich dieſes Gewicht beträgt, um eben ſo viel nimmt der Druck der Luftſäule von der Höhe dx ab. Da man nun hier die Dichtigkeit der Luftſäule in der unendlich kleinen Höhe dx durchaus als gleichförmig annehmen muß, ſo iſt das Gewicht dem Produkte der Dichtigkeit in die Höhe dx gleich, oder es iſt das Gewicht $= \frac{\mu y}{\alpha} . dx$. Folglich ergibt ſich

$$- dy = \frac{\mu y}{\alpha} . dx \text{ und } - \frac{\alpha}{\mu} . \frac{dy}{y} = dx$$

woraus für $x = 0$, das Integral folgt

$$x = \frac{\alpha}{\mu} . \log. \text{ nat.} \frac{\alpha}{y}.$$

Den natürlichen Logarithmen, welcher hier durchs Integriren entſtehet, kann man aus dem gewöhnlichen briggiſchen finden, wenn man letztern mit dem natürlichen Logarithmen der Zahl 10, d. i. mit der Zahl 2, 30258586 multipliciret. Man ſetze dieſe Zahl $= e$, ſo hat man

$$x = \frac{\alpha}{\mu} . e \log. \frac{\alpha}{y}.$$

Man nehme ferner für eine andere Höhe über ſ, oder für ſh die Höhe des Barometers in $h = Y$, ſo wird

$$\int h = \frac{\alpha}{\mu} . e \log . \frac{\alpha}{Y}, \text{ hiervon}$$

$$\int k = \frac{\alpha}{\mu} . e \log . \frac{\alpha}{y} \text{ abgezogen}$$

$$\text{gibt } kh = \frac{\alpha}{\mu} . e \log . \left(\frac{\alpha}{Y} : \frac{\alpha}{y}\right)$$

$$= \frac{\alpha}{\mu} . e (\log . y - \log . Y).$$

Hieraus ergibt ſich dieſe allgemeine Regel. **Wenn man die Differenz der Logarithmen von y und Y oder von den Barometerhöhen mit der Zahl $\frac{\alpha}{\mu}.e$ multipliciret, ſo erhält man die Höhe kh.**

Der Coefficiente $\frac{\alpha}{\mu}.e$, welcher beſtändig iſt, hat zwey Faktoren, wovon der eine e bloß dazu dienet, um die natürlichen Logarithmen der Bequemlichkeit der Rechnungen wegen in briggiſche zu verwandeln, der andere $\frac{\alpha}{\mu}$ aber die Barometerhöhe α, oder der Ausdruck des Gewichtes der Luftſäule durch die Dichtigkeit der Luft an derſelben Stelle μ dividiret iſt. Folglich iſt $\frac{\alpha}{\mu}$ **die Höhe einer Säule von flüſſiger Materie, welche überall die Dichtigkeit der Luft im Horizonte hat, und gerade ſo ſtark drückt, als die Atmoſphäre.**

Es drückt aber auch α die abſolute Elaſticität der Luft in ſ aus, weil jederzeit dieſelbe dem Gewichte der darauf drückenden Luftſäule gleich ſeyn muß. Nun verhält ſich aber die ſpecifiſche Elaſticität, wie der Quotient der abſoluten durch die Dichtigkeit μ dividiret. M. ſ. **Elaſticität** (Th. I. S. 849.), folglich iſt $\frac{\alpha}{\mu}$ der ſpecifiſchen Elaſticität der Luft in ſ proportional.

Setzt

Setzt man der Kürze wegen $\frac{\alpha}{\mu} = \gamma$, ſo iſt $x = \gamma . e \log. \frac{\alpha}{\mu}$. Man kann ſich eine logarithmiſche Linie vorſtellen, wovon die Abſciſſen die x und die dazu gehörigen Ordinaten die y der Formel ausdrücken, die Gleichung für dieſe Linie würde ſelbſt die Formel, $dx = -\frac{\gamma}{y}\frac{dy}{}$ ihre Differenzialgleichung und $-\gamma$ ihre Subtangente ſeyn. Dieſer negative Ausdruck zeiget an, daß die Subtangente nicht, wie ſonſt, gegen den Anfang der Abſciſſen, ſondern von derſelben abwärts nach der entgegengeſetzten Richtung fällt, indem hier mit dem Wachsthum der Abſciſſen die dazu gehörigen Ordinaten abnehmen. Daraus folgt, daß die Subtangente dieſer krummen Linie der ſpecifiſchen Elaſticität der Luft proportional, und der Höhe einer Säule von einer flüſſigen Materie gleich iſt, deren Dichtigkeit mit der Dichtigkeit der Luft am Horizonte einerley iſt, und welche das Gewicht der Atmoſphäre hat. Da nun ferner aus $\gamma = \frac{\alpha}{\mu}$ ſich $\frac{\gamma}{\alpha} = \frac{1}{\mu}$ ergibt, ſo iſt klar, daß die Subtangente durch die Barometerhöhe am Horizonte dividiret angibt, wie vielmahl 1 größer als μ, oder das Queckſilber ſchwerer als die im Horizonte befindliche Luft iſt.

Bey dieſer allgemeinen Theorie kömmt es nur noch auf den beſtimmten Werth von γ an, welcher aus der Erfahrung erkannt werden muß. Nach **Mariotte** wird für $\alpha = 336$ Linien, und $y = 335$ Linien $x = 63$ Fuß, oder 10,5 Toiſen; hiernach wäre alſo $10{,}5 = \gamma . e$ (log. 336 — log. 335.), woraus $\gamma e = 8111$ Toiſen, und $\gamma = 3522$ Toiſen gefunden wird, folglich müßte das Queckſilber 9058 Mahl dichter als die Luft im Horizonte ſeyn. **Halley** nimmt dagegen an, das Waſſer ſey 800 Mahl ſchwerer als die Luft, und das Queckſilber 13½ Mahl ſchwerer als das Waſſer, welches

welches alſo $\frac{1}{\mu} = (13 + \frac{1}{2}) \cdot 800 = 10800$ gibt. Die Stelle, wo dieſes Statt findet, oder am Ufer des Meeres, nimmt er die Barometerhöhe daſelbſt $\alpha = 30$ engliſche Zoll; folglich iſt $\frac{\alpha}{\mu} = \gamma = \frac{30 \cdot 10800}{12} = 27000$ engl. Fuß. Dieſes nach dem Verhältniſſe 153 : 144 auf das pariſer Maß gebracht, gibt $\gamma \cdot e = 58512$ Fuß oder 9752 Toiſen. Es iſt alſo

nach **Mariotte** $x = 8111 (\log. \alpha - \log. y)$

nach **Halley** $x = 9752 (\log. \alpha - \log. y)$.

Es iſt hier beſonders merkwürdig, daß der Coefficient, welchen **Halley** aus den ſpecifiſchen Gewichten gefunden hat, der Wahrheit weit näher kömmt, als der, welcher aus **Mariotte's** Beobachtungen folget.

Viel Aehnliches mit des **Mariotte's** Verfahren hat des berühmten däniſchen Aſtronomen, **Peter Horrebow**, ſeines. Er ſtellt ſich ebenfalls die Atmoſphäre in Schichten getheilet vor, in deren jeder das Queckſilber um eine Linie fällt, berechnet, wie weit jede unterſte Grenze von ihrer oberſten iſt, und findet daraus die Höhe, die einem gegebenen Barometerſtande gehöret. Für $\alpha = 336$ Linien und $y = 335$ Linien iſt $x = 12,5$ Toiſen, folglich $12,5 = \gamma \cdot e (\log. 336 - \log. 335)$, woraus $\gamma \cdot e$ nach gehöriger Rechnung $= 9657$ gefunden wird; folglich iſt nach ihm

$x = 9657 (\log. \alpha - \log. y)$

Johann Jakob Scheuchzer *) maß mit der Schnur beym Pfeffersbade in der Grafſchaft Sarganz einen Felſen von 714 pariſ. Fuß. Das Queckſilber ſtand unten 25 Zoll $9\frac{1}{3}$ Linien $= 309\frac{2}{3}$ Linien pariſ. Maß, oben 10 Linien tiefer, alſo $299\frac{1}{3}$ Linien. Hieraus folget alſo 714 Fuß $= 119$ Toiſen $= \gamma \cdot e (\log. 309\frac{1}{3} - \log. 299\frac{1}{3})$, woraus man $\gamma e =$ 8338

*) Bergreiſe in ſ. Naturgeſchichte des Schweizerlandes Th. II. herausgeg. von Sulzer. Zürch 1746. und in den philoſoph. transact. 1727. n. 405.

8338 Toiſen und die Dichtigkeit der Luft bey 28 Zoll Barometerhöhe 9311 Mahl geringer, als die Dichtigkeit des Queckſilbers findet. **Scheuchzers** Beobachtung mit dem Barometer und ſelbſt die Reduktion der mit züricher Maß gemeſſenen Höhe auf pariſer Maß ſind nicht ganz fehlerfrey. **Scheuchzer** meldet nämlich, er habe beym Pfefſersbade an einer Wand eine Höhe von 766 züricher Fuß mit einem Lothe beſtimmt, und mit der Schnur gemeſſen; das Queckſilber habe unten 23 Zoll 2 Linien, oben 22 Zoll 4½ Linien züricher Maß geſtanden, die Abzählung ſey aber nicht von der Höhe des Queckſilbers im untern Behältniſſe genommen worden. Herr **Sulzer** erinnert, **Scheuchzer** und ſein Sohn hätten die Höhe der Felſenwand und den Unterſchied der Barometerſtände 714 pariſer Fuß und 10 pariſer Linien angegeben. Es ſey aber entweder in dieſer Beſtimmung oder in der Meſſung der Höhe des Queckſilbers ein offenbarer Fehler. Herr **Käſtner** findet nach **Cruſens** Contoriſten 766 züricher Fuß nur 708,02 pariſ. Fuß. Ueberhaupt iſt auch der beſtändige Coefficient zu klein.

Bouguer *) gibt aus ſeinen in Amerika gemachten Beobachtungen eine Regel an, welche er ſelbſt als ſehr einfach hält, wiewohl er nicht angegeben hat, auf welchem Grunde ſie beruhet. Er ſagt, man drücke die Barometerhöhe in Linien aus, ſchlage in den gewöhnlichen Tafeln ihre Logarithmen auf, und nehme derſelben Differenz, von dieſer ziehe man ſeinen dreyßigſten Theil ab, von dem, was übrig bleibt, behalte man nur die Kennziffer und die vier nächſten Ziffern, dieß gibt die relative Höhe der Oerter in Toiſen. Von dem Unterſchiede der Logarithmen die Kennziffer und die vier nächſten Ziffern behalten, heißt eben ſo viel, als dieſe Ziffern als ganze anſehen, folglich ihre niedrigſten, welche Zehntauſendtheile bedeuten, in Einer verwandeln, oder eigentlich den Unterſchied mit 10000 multipliciren. Den dreyßigſten Theil vom Unterſchiede abziehen, heißt,

neun

*) Voyage de Perou; in der figure de la terre, Paris 1749. 4. S. XXXIX.

neun und zwanzig Theile behalten. Es iſt daher Bouguers Regel dieſe

$$x = \frac{29}{30} . 10000 \, (\log. \alpha - \log. y) \text{ oder}$$

$$x = 9666\tfrac{2}{3} \, (\log. \alpha - \log. y)$$

wo $\gamma e = 9666\frac{2}{3}$; $\gamma = 4198$ Toiſen, und die Dichtigkeit der Luft am Ufer des Meeres beym Barometerſtande 28 Zoll 1 Linie, 10764 Mahl geringer, als die des Queckſilbers iſt.

In einem Briefe an Needham *) meldet Bouguer: dieſe ſeine Methode ſey nur für Berge gut, welche hoch genug ſind, daß der Stand des Queckſilbers im Barometer nicht ſehr veränderlich iſt, und gebe eigentlich nicht die Höhen über dem Meere, ſondern Tiefen unter dem Pichincha an, deſſen Höhe er über der Meeresfläche durch geometriſche Meſſung 2434 Toiſen gefunden habe. Herr Käſtner hat ſich bemühet, den Grund und die Beobachtungen, worauf die von Bouguer gegebene Regel beruhet, zu entdecken. Er fand, daß Bouguer zum Grunde ſeiner Regel die Barometerhöhe zu Carabourou und auf dem Pichincha geleget, nebſt der geometriſchen Beſtimmung, wie tief der erſte Ort, unter dem letztern gelegen. Die Barometerhöhe zu Carabourou fand Bouguer 21 Zoll $2\frac{3}{4}$ Linien und die auf dem Pichincha 15 Zoll 11 Linien, und die Höhe des erſtern über dem letztern nach geometriſcher Meſſung 1209 Toiſen. Man muß daher nach ſeiner Regel für jeden andern Berg erſt die Tiefe unter dem Pichincha berechnen und aus ihr und des Pichincha geometriſch gemeſſenen Höhe über dem Meere des Berges Höhe. Der Unterſchied der Logarithmen von 21 Zoll $2\frac{3}{4}$ Linien = 254,75 und von 15 Zoll 11 Linien = 191 Linien, beträgt 0,1250807, und ſo ſollte

$$\gamma e = \frac{1209}{0{,}1250807} = 9665{,}7$$ ſeyn, wofür Bouguer des bequemern Rechnens wegen 9666 oder $\frac{29}{30}$. 10000 angenommen hat. Daraus erhellet, daß Bouguers Regel

 richti-

*) Obſervations des hauteurs faites avec le barométre au mois d'Août 1751. ſur une partie des Alpes p. Mr. *Needham* à Bern. 1760. 4.

richtiger zutreffe, wenn der Berg nicht ſogar tief unter dem Pichincha iſt. Je tiefer man aber gegen die Meeresfläche zukömmt, deſto größer wird alsdann auch der Fehler, und **Needham** fand die Höhe der Berge nach Bouguers Regel über das Meer 63 Toiſen größer, wenn er von oben herab rechnete, als wenn er von der Meeresfläche ausging; dabey nimmt jedoch **Needham** die Barometerhöhe am Meere auf 336 Linien an, da ſie doch Bouguer ausdrücklich auf 337 Linien ſetzt.

Uebrigens führet **Bouguer** *) an, daß wenn man auch die Luft ſich hundert Mahl, ja zweyhundert Mahl mehr ausbreiten laſſe, als ſie auf dem Gipfel der höchſten Berge ausgebreitet ſeyn kann, ſich doch die abſolute Elaſticität einer und derſelben Maſſe Luft genau wie ihre Dichtigkeit verhalte. Er berichtet, er habe in Amerika, mit ſeiner Reiſegeſellſchaft zuſammen, auch mit Herrn **le Condamine** beſonders ſehr viele Verſuche darüber angeſtellet, und das Geſetz alle Mahl richtig befunden. Gleichwohl fand **Bouguer** ſeine für hohe Berge ſo genaue Regel ſchon im unterſten Theile der Cordelieren fehlerhaft, auch erinnert er, daß ſie nicht bey allen andern Gebirgen der heißen Zone, noch weniger in Europa gelte. Denn er fand die Luft unten faſt alle Mahl dichter, als ſie nach der Regel ſeyn ſollte. Aus den Wirkungen der Wärme läßt ſich dieſes nach **Bouguers** Gedanken nicht zulänglich erklären, welche nahe am Horizonte viel größer als in der Höhe ſey, und die Luft daſelbſt ſich vielmehr ausbreiten und verdünnen müſſe. Er vermuthet daher, daß man nicht ſicher vorausſetzen könne, alle Theilchen der groben Luft wären einander gleich und ähnlich, daß mithin eins genau eben ſo viele Elaſticität beſitze, als das andere. Dieß leitet ihn auf den Gedanken, die ſpecifiſche Elaſticität von der abſoluten der Luft zu unterſcheiden, und meinet, verſchiedene Luftarten bey gleicher Wärme und Dichtigkeit könnten dennoch verſchiedenen Widerſtand thun, d. i. verſchiedene ſpecifiſche Elaſticität beſitzen.

*) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1753. ſur les dilatations de l'air dans l'atmoſphère.

beſitzen. Um dieß zu unterſuchen, ſchlägt er vor, Verſuche über den Widerſtand der Luft mit dem Pendel anzuſtellen. Auch hatte **Bouguer** bereits damit den Anfang gemacht, und fand, daß die ſpecifiſche Elaſticität von Quito bis zum Pichincha faſt ungeändert bleibe, bis ans Ufer des Meeres aber ſehr verſchieden ausfalle. Alle dieſe ſeine Reſultate hat er in eine Curve gebracht, wiewohl er ſie ſelbſt nicht für ganz ſicher ausgibt, weil zwiſchen manchen Erfahrungen ziemlich viel Zeit verfloſſen war, da Unrichtigkeiten vorgegangen ſeyn konnten; daher auch **de la Lande** α) urtheilet, dieſe krumme Linie der Elaſticität ſey die krumme Linie der Irrthümer, welche **Bouguer** bey den unterſchiedenen Meſſungen begangen habe.

Daniel Bernoulli β) ſchließt aus ſeiner Hypotheſe von der Elaſticität der flüſſigen Materie (m. ſ. **Elaſticität** Th. I. S. 840.), daß ſich die Kraft, welche Luft in einen gegebenen Raum zuſammendrucken kann, ſich wie das Quadrat der Geſchwindigkeit der Lufttheilchen mit dem Raume dividiret verhalte. Hieraus mit noch mehreren Unterſuchungen verbunden findet **Bernoulli** eine Differenzialgleichung zwiſchen dieſer Kraft, der Höhe über dem Horizonte des Meeres, und der Geſchwindigkeit der Lufttheilchen. Wird dieſe Geſchwindigkeit unveränderlich angenommen, ſo erhält man die gemeine logarithmiſche Gleichung. **Bernoulli** ſetzt aber dieſe Geſchwindigkeit veränderlich, ſucht ihr Geſetz, welches ſich mit einigen Erfahrungen von Barometerhöhen, die er anführet, vergleichen läßt, beſtimmt bey der ſo herauskommenden Integralgleichung die unveränderlichen Größen auch aus Erfahrungen und findet endlich

$$x = \frac{22000\,(\alpha - y)}{y} \text{ in Fußen,}$$

wo α den mittleren Barometerſtand am Meere oder 28 Zoll $4\frac{3}{4}$ Linien bedeutet. Beym Herrn **Johann Georg Sulzer**

α) Connoiſſ. des mouvem. céleſtes 1765. p. 219.
β) Hydrodynamica. Argent. 1738.

zer *) findet ſich nach dieſer Regel eine Tabelle berechnet, welche drey Columnen hat: die erſte iſt überſchrieben, Fall des Queckſilbers für eine Linie; die zweyte, Höhe des Ortes über das mittelländiſche Meer; und die dritte, mittlere Höhe des Queckſilbers von 28 Zoll 4¾ Linien durch alle einzelne Linien bis 23 Zoll. Dieſe von **Bernoulli** angegebene Regel iſt bloß hypothetiſch, und wenn beym Integriren andere Beobachtungen angenommen werden, ſo entſtehen auch ſtatt des Coefficienten 22000 andere Zahlen.

Maraldi nahm an, das Queckſilber ſinke vom Ufer der See bis 61 Fuß Höhe 1 Linie, und wieder 1 Linie, wenn man 62 Fuß höher käme, und wieder eine Linie, wenn man von da 63 Fuß höher käme u. ſ. f. oder er theilte die Atmoſphäre in Schichten, jede einen Fuß größer als die nächſt niedrigere, und jeder Schichte, meinet er, gehöre eine Linie Barometerfall. Auch **Feuillée** machte ſolche Schichten, nur jede um 2 Fuß größer. **Caſſini** nahm an, die Ausdehnung der Luft verhalte ſich verkehrt, wie das Quadrat des Drucks, die Luft ſey 4 Mahl dünner, wo ſie 14 Zoll Queckſilber hält, als wo ſie 28 Zoll hält. Hiernach gehöret alſo zur Höhe x über ſ die Dichtigkeit der Luft $\mu y^2 : \alpha^2$; mithin bekömmt man

$$dy = -\frac{\mu y^2 dx}{\alpha^2};$$

das Integral für $x = 0$ iſt hiervon

$$x = \frac{\alpha}{\mu}\left(\frac{\alpha}{y} - 1\right).$$

Alle dieſe Vorausſetzungen beruhen aber auf keinen phyſiſchen Gründen. Von allen dieſen Meinungen handelt **Lulofs** β). **Fontana** γ) nimmt an, die Dichtigkeit der Luft verhalte ſich wie eine Potenz des Drucks. Hierbey bringt er vorzüglich die

*) Beſchreibung der Merkwürdigkeiten auf einer Reiſe durch einige Orte des Schweizerlandes. Zürch 1742. 4.

β) Einleitung zur mathemat. und phyſik. Kenntniß der Erdkugel. §. 446 u. f.

γ) Delle Altezze barometriche, Saggio analytico del P. Greg. *Fontana*. Pavia 1771. 8.

die Schwere als eine veränderliche Größe mit in Betrachtung, und bringt eine Differenzialgleichung heraus, in welcher die veränderlichen Größen vermengt ſind. Die Hauptabſicht des Herrn **Fontana** iſt hierbey geweſen, die Anwendung analytiſcher Kunſtgriffe zu Auflöſung einer ſo allgemeinen Aufgabe zu zeigen, welche aber in der Ausübung nicht vorkommen kann. Eben dieſe Unterſuchung hatte ſchon **Newton** α) angeſtellet, und bedient ſich dabey der Hyperbel. Kürzer iſt ſie von **Cotes** β) angeſtellet worden. Dieſer braucht die logarithmiſche Linie, welche er hierzu auf eine eigene Art verzeichnet, indem er Abſciſſen von der Oberfläche gegen den Mittelpunkt nimmt, und an ſie die Dichtigkeiten als Ordinaten ſetzet.

Herr **Beckmann** erwähnet in **Erich Laxmanns** ſibiriſchen Briefen γ), daß er zwey Tafeln zu Meſſung der Höhen mit dem Barometer beſitze, welche von **Tobias Mayer** entworfen worden, von welchen Herr Käſtner genauer redet. Dieſe Tafeln handeln von Barometerhöhen mit zugehörigen Höhen über dem Horizont des Meeres im pariſer Maße angegeben. Von der Art ihrer Verfertigung und den Gründen, auf welchen ſie beruhen, iſt nichts angezeiget. Sie gehen durch alle einzelne Linien der Barometerhöhen, welche innerhalb ihrer Grenzen fallen. Die erſte von 28 Zoll 4 Linien und der Höhe 0 bis 15 Zoll 0 Linien, dazu die Höhe 2762 Toiſen gehöret; die zweyte fängt von 29 Zoll 6 Linien an, der ſie 77 Toiſen als Tiefe oder verneinte Höhe gibt. Bey 28 Zoll iſt ihre Höhe = 0, und ihr letztes Glied 14 Zoll 6 Linien mit 2859 Toiſen Höhe. Herr **Käſtner** hat die Vorſchrift, nach welcher die erſte Tafel berechnet iſt, aufgeſucht, und hat gefunden, daß ſie auf dieſer Formel beruhe.

$$x = 10000\,(\log.\,\alpha - \log.\,y)$$

Was aber **Mayern** bewogen hat, den beſtändigen Coefficienten $\gamma . e = 10000$ zu ſetzen, iſt nicht bekannt.

α) Princip. lib. II. prop. 22.
β) Harmon. menſurarum; in opp. Cantabr. 1722. p. 18.
γ) Götting. 1769. 8. Anmerk. S. 34.

Eines der hauptſächlichſten Werke für gegenwärtige Unterſuchungen ſind die über die Atmoſphäre des Herrn **de Lüc**. Es iſt eben dieſes Werk durch Verſuche, Höhen mit dem Barometer zu meſſen, und die Uneinigkeit unter den hierzu vorgeſchriebenen Regeln, veranlaſſet worden. Herr **de Lüc** hat ſich die Mühe gegeben, nach jeder der unterſchiedenen Regeln eine Tafel zu berechnen. Sie enthält Barometerſtände durch alle Zolle, von 28 bis 16; und noch 27 Zoll 11 Linien, auch 15 Zoll 10 Linien. Für jeden dieſer Barometerſtände hat Herr **de Lüc** nach jeder Regel die Höhe über dem Horizont berechnet, wo das Barometer 28 Zoll ſteht. Wie groß die Abweichungen der nach dieſen verſchiedenen Regeln berechneten Höhen ſey, beweiſen folgende Reſultate.

Höhen des Coraçon.

Nach Mariotte eigentl. Grundſätzen	12087 Fuß	2 Zoll
— Mariotten arithm. Progr.	13167 —	4 —
— Halley	14486 —	1 —
— Maraldi	19941 —	— —
— Scheuchzer	12368 —	5 —
— Caſſini	16090 —	— —
— Dan. Bernoulli	16905 —	3 —
— Horrebow	14334 —	4 —
— Bouguer	14359 —	11 —
— Mayer	14855 —	— —
durch geometr. Meſſung	14820 —	— —

Dieſe ſehr großen Verſchiedenheiten veranlaßten Herrn **de Lüc**, mühſame Unterſuchungen über das Barometer anzuſtellen, um die Urſachen dieſer Ungewißheit aufzudecken. Er fand dieſe zum Theil in der Unvollkommenheit des Barometers ſelbſt, zum Theil aber auch in der gänzlichen Vernachläſſigung des großen Einfluſſes der Wärme, ſo wohl auf das Queckſilber, als auch auf die Luft. Von den Verbeſſerungen des Barometers und von dem Einfluſſe der Wärme auf das Queckſilber iſt bereits unter dem Artickel, **Barometer**, hinlänglich geredet worden, es iſt alſo hier nur noch nöthig,

nöthig, das Nöthigſte von der Wirkung der Wärme auf die Luft anzuführen.

Herr **de Lüc** ſtellt ſich, nach **Mariotte's** Art die Luft in Schichten getheilet vor, und zeigt weitläuftig, wie man die Summe dieſer Schichten finden könne, nachher bemerket er, daß dieſe Summirung ſich durch Abzug der Logarithmen bewerkſtelligen laſſe. Aus vielfältig angeſtellten Erfahrungen hat er gefunden, daß bey der Temperatur der Luft von $+ 16\frac{3}{4}$ Grad des Queckſilberthermometers von 80 Graden, wenn das Barometer 29 Zoll oder 348 Linien ſteht, die unterſte Schicht 12497 Tauſendtheile einer Toiſe iſt. Weil log. 348 — log. 347 = 0,0012497, mithin die Höhe der Luftſchichte = 12,497, ſo wird der beſtändige Coefficient =

$$\frac{12,497}{0,0012497} = 10000;$$ alſo iſt nach Herrn **de Lüc's** Erfahrungen über dem Horizont, wo der Barometerſtand 29 Zoll iſt, die Höhe 10000 (log. 348 — log. y), und über einem andern, wo er α Linien iſt, die Höhe 10000 (log. 348 — log. α), und folglich zwiſchen den beyden Stellen, wo die Barometerſtände α und y Linien ſind, die Höhe 10000 (log. α — log. y). Dieß iſt völlig die Regel, nach welcher **Mayer** ſeine Tafel gemacht hat.

Um nun die Berichtigung zu beſtimmen, ordnet **de Lüc** ſeine Beobachtungen ſo, daß er die, wo größere Wärme, und die, wo geringere als $+ 16\frac{3}{4}$ Grad geweſen war, abſondert, bey jeder Beobachtung merkte er ſich die Wärme an, und was die Logarithmen gaben in Fußen ausgedruckt; bey jeder Station berechnete er die Summe aller Grade der Wärme über den von $16\frac{3}{4}$ Grad, und aller Höhen, welche ihm die Rechnung gaben. Eben das that er für Grade der Wärme unter dem angezeigten; aus jeder dieſer beyden Rechnungen nahm er das Mittel, verglich ſolches mit dem, was die Logarithmen bey den Höhen zu viel oder zu wenig gaben, und ſo fand er, für jeden Grad der Wärme über oder unter $16\frac{3}{4}$ Grad, wie viel Fuß man zu der beobachteten Höhe addiren oder davon ſubtrahiren müſſe. Bey alle dieſen ſeinen

Bemühungen aber fand er nicht überall Einförmigkeit zwiſchen Verminderung der Wärme und Vermehrung, und ſahe ſich genöthiget, ſeine Beobachtungen von neuem zu ordnen, mit Umſtänden der Witterung und der Zeit. Und da ergab ſich, daß alle, die um die Zeit des Aufganges der Sonne gemacht waren, obgleich wie die übrigen berechnet, allemahl dem Orte der Beobachtung weniger Höhe gaben. Die Urſache dieſer Erfahrung ſcheint ihm der Oſtwind zu ſeyn, welcher ſich oft kurz vor dem Aufgange der Sonne erhebt, wenn zuvor die Luft ganz ſtill war. Er glaubt, wenn ſo bewegte Luft an ruhende ſtoße, ſo werde die Luft der Ebene auf die Berge gehoben, dergeſtalt, daß daſelbſt das Barometer höher ſtehe, als es der Wärme gemäß ſtehen ſollte; ſo würde ſein Unterſchied vom Barometerſtande in der Ebene kleiner, als er ſeyn ſollte, und die Rechnung gibt ſolchergeſtalt die Höhe zu klein. Ließ Herr **de Lüc** die Beobachtungen, welche um die Zeit des Aufganges der Sonne gemacht waren, weg, ſo erhielt er in ſeinen Reſultaten mehr Einförmigkeit, welche ihn zu dieſer Verbeſſerung leiteten: daß man für jeden Grad Aenderung der Wärme den durch die Regel gefundenen Unterſchied der Höhen um $\frac{1}{215}$ ändern müſſe. Wenn alſo v die Anzahl der Grade bedeutet, um welche das Queckſilberthermometer von 80 Graden über $16\frac{3}{4}$ Grade ſtehet, ſo gibt dieß die hinzuzuſetzende Berichtigung $= \frac{v}{215}x$, mithin

$$x = 10000\left(1 + \frac{v}{215}\right)(\log.\alpha - \log.y)$$

oder wenn ϱ den beobachteten Grad des reaumüriſchen Thermometers ſelbſt anzeiget, alſo $v = \varrho - 16\frac{3}{4}$ iſt

$$x = 10000\left(1 + \frac{\varrho}{215} - \frac{16{,}75}{215}\right)(\log.\alpha - \log.y)$$

$$= 10000\left(\frac{198{,}25 + \varrho}{215}\right)(\log.\alpha - \log.y).$$

Herr **de Lüc** aber fürchtet ſich vor den Zahlen $16\frac{3}{4}$ und 215, und macht daher eine neue Thermometerſkale, bey welcher

cher das ſiedende Waſſer + 147, der Eispunkt — 39 zeigt. Weil ſolchergeſtalt zwiſchen dem Sied- und Froſtpunkte 186 Grade enthalten ſind, ſo beträgt 1 Grad nach Reaumür $\frac{186}{80}$ de lüc'ſche, und wenn hierauf $\frac{1}{215}$ Aenderung kömmt, ſo ändert ſich 1 Grad nach de Lüc um $\frac{80}{186 \cdot 215} = \frac{1}{500}$. Man ſetze nun, der Grad, welchen das Thermometer an dieſer Skale zeige, ſey $= \lambda$, ſo iſt die hinzuzufügende Verbeſſerung

$$= \frac{\lambda}{500} \cdot x = \frac{2\lambda}{1000} \cdot x \text{ und}$$

$$\gamma = 10000 \left(1 + \frac{2\lambda}{1000}\right).$$

Exemp. De Lüc findet auf dem Berge Saleve die Barometerhöhe oben 5186, unten 5233 Sechszehntheile einer Linie, bey welchen Angaben der Einfluß der Wärme aufs Queckſilber berichtiget iſt. Die Wärme der freyen Luft war nach ſeinem Thermometer oben — 45 und unten 47, woraus das Mittel — $\frac{45 + 47}{2}$ — die mittlere Wärme der ganzen Luftſchichte oder λ gibt, daß mithin $2\lambda = -(45 + 47) = -92$, oder die Summe der Thermometerbeſtimmungen an beyden Beobachtungsorten iſt. Die Berechnung hieraus ſteht nun ſo:

log. 5233	= 3,7187507	
log. 5186	= 3,7148325	
Unterſchied	= 0,0039182,	alſo
Höhe in Toiſen	= 39,182	
Höhe in Schuhen	= 235,029,	und Verbeſſerung
— $\frac{92}{1000}$ hiervon	= −21,62	
verbeſſerte Höhe	= 213,472 Fuß	

die geometriſch gemeſſene Höhe betrug 216 Fuß 2 Zoll.

De Lüc hat gefunden, daß ſeine Formeln ſo wohl am Meere als auch auf den Alpen bis 1560 Toiſen über der Meeresfläche mit der Erfahrung übereinſtimmende Reſultate geben,

geben, und folgert daraus, daß man bey der gewöhnlichen Temperatur am Ufer des mittelländiſchen Meeres auf 80 Fuß ſteigen müſſe, um eine Linie Queckſilberfall zu erhalten. Zuletzt führet er noch die zurückbleibenden Schwierigkeiten an, mit Vorſchlägen, ihnen abzuhelfen.

Herr **Zimmermann** [α]) zu Braunſchweig hat die Methode des Hern **de Lüc**, ſo wohl auf Höhen als auch in Tiefen, in den Bergwerken auf dem Harze geprüft, und ſie mit den unmittelbaren Meſſungen und den Markſcheideangaben ziemlich übereinſtimmend gefunden.

Herr **Nevil Maskelyne** [β]) hat die Formeln des Hrn. de Lüc für engliſches Maß und in fahrenheitiſchen Graden ausgedrückt, und in einigen Stücken bequemer gemacht. Der Siedpunkt, oder 212 fahrenh. Grad, iſt hier bey 30 engl. Zoll Barometerhöhe beſtimmt, da ihn die franzöſiſchen Künſtler bey 27 Zoll zu beſtimmen pflegen. Auch **Horsley** beſchäftigte ſich mit dieſen Reduktionen, und gibt Vorſchriften zur bequemen Anwendung der de lüc'ſchen Regeln. Er zeigt die allgemeinen Gründe, Höhen und Barometerſtände mit einander zu vergleichen, und bedient ſich nach dem engliſchen Geſchmacke, auf die Art wie **Cotes**, der logarithmiſchen Linie. In Anſehung der Verbeſſerung, wegen der Temperatur der Luft, kömmt es nach ihm darauf an, daß ſich durch die Wärme die Subtangente der logarithmiſchen Linie ändere. Unter der Subtangente verſteht er die Höhe einer Säule flüſſiger Materie, welche überall ſo dicht iſt, als die unterſte Luft, und ſo ſtark drückt, als die Atmoſphäre drückt. Zuletzt gibt er noch 4 berechnete Tafeln, zur Verbeſſerung wegen des Siedpunktes; zur Vergleichung des Hrn. de Lüc Thermometers mit dem fahrenheitiſchen; zur Verbeſſerung wegen der Temperatur der Luft, und endlich Vorſchriften zum Gebrauche dieſer Tafeln.

Herr

α) Beobachtungen auf einer Harzreiſe. Braunſchweig 1775. 8.
β) Philoſoph. transact. 1774. Vol. LXIV. P. I. n. 20.

Herr **Lambert** α) ſagt, man habe die Regel des Mariotte zu früh verworfen, man hätte ſie nur verbeſſern und vollſtändiger machen ſollen. Er nimmt daher ebenfalls das Geſetz an, daß ſich die Dichtigkeit der Luft wie der Druck verhalte, bemerket aber, daß die Elaſticität der Luft durch die Wärme verſtärkt und durch die Dünſte vermehret werde, welche theils die Lufttheile zuſammenpreſſen, theils auch den Druck vergrößern. Daher komme es auch, daß Mariottes Geſetz von den Dichten nur in ſehr großen Höhen zutreffe. Aus geometriſchen Meſſungen, welche er ſchon längſt in einem andern Buche β) wegen der Strahlenbrechung verbeſſert hat, gibt er dieſe Formel

$$x = 10000 \log. (\alpha : y) - \frac{43 (336 - y)}{43 + (336 - y)}$$

wo α den Barometerſtand am Meere bedeutet.

Die von **de Lüc** gegebenen Vorſchriften ſind von dem Ritter **Georg Shuckburgh** γ) durch Nachmeſſungen auf den Bergen Saleve und Mole bey Genf ſcharf geprüfet werden. Er iſt der Meinung, gefunden zu haben, daß durch dieſelben bey der Temperatur von 61,4 Grad nach Fahrenheit die Höhen auf jede 1000 Fuß um 23 Fuß zu klein gefunden werden. Auch bey der Verbeſſerung wegen der Wärme der Luft glaubt er Fehler entdecket zu haben. Aus Verſuchen, welche er über die Ausdehnung der Luft durch die Wärme angeſtellet hatte, wobey das Volumen beym Eispunkte um 2,43 Tauſendtheile ſtieg, wenn ſich die Wärme um 1 Grad änderte, hielt er ſich berechtiget, zu ſchließen, daß die Temperatur, bey welcher die Differenz der Logarithmen die Höhe unmittelbar in engliſchen Klaftern gibt, nicht 39,7, wie nach **Horſley** aus de Lüc's Formeln folge, ſondern 31,4 Grad, nach Fahrenheit, mithin beynahe der Eispunkt ſelbſt ſey. Darauf gründet

α) Abhandl. von den Barometerhöhen und ihren Veränderungen; in den Abhandl. der churbäyeriſchen Akad. der Wiſſenſch. B. III, Th. 2. S. 75 — 182.

β) Les propriétés de la route lumière par les airs à la Haye 1758. 8. maj.

γ) Philoſoph. tranſact. 1777. Vol. LXVII. P. I. n. 29.

gründet er nun eine ſehr weitläuftige ganz neue Berechnung, welche von ſeinen in dieſer Abſicht mitgetheilten Tabellen abhängt.

Auch **William Roy** hat in eben dem Bande der Transaktionen die Regeln des Herrn **de Lüc** einer Prüfung unterworfen. Sorgfältig angeſtellte Verſuche über die Ausdehnung der Luft im amonton'ſchen Luftthermometer leiten ihn auf die Folge, daß bey den gewöhnlichen Temperaturen die Ausdehnung der Luft, im Durchſchnitt genommen, für jeden Grad veränderter Wärme 2,45 Tauſendtheilchen des ganzen Volumens betrage, da de Lüc vermöge der Reduktionen von **Horſley** nur 2,10 annehme, mithin für jeden fahrenheitſchen Grad 0,35, d. i. $\frac{1}{7}$ der ganzen Ausdehnung zu wenig ſetze. Aus den durch ihn ſehr ſcharf gemeſſenen Höhen der Berge Snowdon und Moel Ellio in Carnarvonſhire glaubt er folgern zu können, daß die Temperatur, wobey keine Verbeſſerung nöthig iſt, ſehr nahe am Eispunkte ſey, auch daß die Beobachtungen bey Sonnenaufgang, welche de Lüc wegläßt, gerade die zuverläſſigſten ſeyen. Seine Berechnung führet er zwar auch mit Logarithmen, zur Verbeſſerung wegen der Wärme aber gibt er Tabellen und zum Ueberfluſſe auch noch Thermometerſkalen an. Seine Verbeſſerung beträgt $+\frac{m-32}{408}.x$, wenn m die mittlere Temperatur der Luftſäule in fahrenh. Graden ausdrückt, mithin iſt nach ihm

$$x = 10000\left(1+\frac{m-32}{408}\right)(\log.a-\log.y)$$

in engliſchen Klaftern oder Faden.

Herr **de Lüc** *) nimmt ſeine gegebene Regel in Schutz, und glaubt, daß die von **Shuckburgh** und **Roy** gefundenen Abweichungen daher rührten, weil ſie ihre Beobachtungen mit dem Thermometer an der Sonne, er aber beſtändig im Schatten, anſtellten. Uebrigens ſtellt **Shuckburgh** noch eine Vergleichung mit ſeinen und von **Roy** gegebenen Regeln

*) Philoſoph. transact. 1778. Vol. LXVIII. P. I. n. 17.

Regeln an, und findet ſie in einigen Stücken von einander abweichend. Aus Meſſungen zeiget er, daß nach den ſeinigen die Höhe nur 2, nach **Roy's** ſeinen aber 14 Zehntauſendtheilchen zu groß erhalten werde.

Auch **Trembley** *), in Genf, hat Herrn **de Lüc's** Vorſchriften genau geprüft, wobey er vorzüglich die Abſicht gehabt hat zu zeigen, wie nothwendig es ſey, fernere Unterſuchungen anzuſtellen. Nach ſeiner Meinung müſſe man nämlich beſtändig zwey weſentlich verſchiedene Rechnungen unterſcheiden, und ſie nie aus den Augen laſſen: 1) die Rechnungen für die Normaltemperatur, bey welcher die Differenz der Logarithmen die Höhe unmittelbar in einem Maße, z. B. in Tauſendtheilchen der pariſer Toiſe u. ſ. gibt, wobey alſo weiter keine Verbeſſerung nöthig wäre; dieſe Berechnung nennt er die einfache Methode; 2) die Größe der Verbeſſerung für jeden Grad, um welchen die wirkliche Wärme von jener Normaltemperatur abweiche. Dieſe Rechnung mit der vorigen verbunden, nennt er die **berichtigte Methode.** Wegen der Vernachläſſigung dieſer beyden von einander verſchiedenen Stücke glaubt er mit Recht, den Ritter **Shuckburgh** und **Horſley** tadeln zu können. Denn wenn z. B. **Shuckburgh** der Methode des Herrn **de Lüc** den Fehler beymeſſe, daß ſie die Höhe ungefähr um $\frac{1}{30}$ zu klein angebe, und zur Berichtigung deſſelben Verbeſſerungstafeln mittheile, ſo vermiſche er den Fehler der einfachen und den der berichtigten Methode ſo mit einander, daß man nicht mehr erkenne, was der einen und der andern allein zukomme. Daher berechnet **Trembley** 14 vom Ritter **Shuckburgh** angeſtellte Beobachtungen bey Genf, und 83 von **Roy** in England gemachte, nebſt noch einigen wenigen von **de Sauſſüre** und **de la Caille** nach **de Lüc's** Vorſchrift, vergleichet ſeine erhaltenen Reſultate mit den geometriſchen Meſſungen, und bringt

*) Analyſe des quelques expériences faites pour la détermination des hauteurs par le moyen du barométre p. *Jean Trembley*; in *de Sauſſure* voyages dans les Alpes Tom. II. à Gén. 1786. 4. maj. p. 616 ſqq.

bringt alles in Tabellen, in welchen er die beobachteten mittleren Grade der Wärme, die Fehler der einfachen und die der berichtigten Methode jeden beſonders angibt. Der Gebrauch dieſer Tabellen iſt nach ihm folgender: für jeden Grad des Thermometers nimmt er die zu demſelben gehörigen Angaben der Tafeln zuſammen, und ſucht daraus ein arithmetiſches Mittel. Dieſe im Durchſchnitte genommenen Mittelzahlen bringt er in eine neue Tabelle nach den Graden des reaumüriſchen Thermometers geordnet. Dieſe Darſtellung gibt zu erkennen, daß die Beobachtungen von Shuckburgh und Roy für die Fälle, wo die Wärme 10 Grad und darunter iſt, gut mit einander übereinſtimmen, dagegen Herrn **de Lüc's** Regel nur mit jenen etwa bey 2 bis 3 Beobachtungen übereinkömmt. Dieſerwegen nimmt er die von Herrn **de Lüc** geſetzte Normaltemperatur von $16\frac{3}{4}$ Grad nicht an, ſondern ſetzt vielmehr dafür das Mittel zwiſchen Shuckburgh's und Roy's Normaltemperatur, wovon jene faſt 12°, dieſe 11°, 25 iſt, $= 11\frac{1}{2}°$, und ſucht für jede Angabe der letztern Tabelle den Coefficienten, den man ſtatt de Lüc's 215 brauchen müßte, wenn das Reſultat mit der geometriſchen Meſſung übereinſtimmen ſollte. Die auf dieſe Weiſe berechneten Coefficienten hat er gleich mit in die vierte Spalte der zuletzt angeführten Tabelle gebracht.

Von dieſen Coefficienten, die ausgenommen, welche von den übrigen am meiſten abweichen, nimmt er wiederum ein Mittel, und findet dafür 192. Nochmahls berechnet er alſo die 14 Beobachtungen von Shuckburgh und die 83 von Roy unter der Vorausſetzung, daß die Normaltemperatur $11\frac{1}{2}°$ nach Reaumür, und die Verbeſſerung für jeden Grad Wärme $= \frac{1}{192}$ ſey, und findet auf ſolche Art den mittleren Fehler von Shuckburgh's Beobachtungen nur $+ \frac{4}{1000}$; den von Roy's Beobachtungen aber $+ \frac{20}{1000}$, oder wenn er 5 ſehr von einander abweichende, mehrentheils in großer Wärme gemachte Beobachtungen wegläßt, ebenfalls nur $+ \frac{4}{1000}$.

Die nämliche Normaltemperatur $11\frac{1}{2}°$ mit dem nämlichen Coefficienten 192 findet er auch auf folgende Art. Nach Shuck-

Shuckburgh iſt die Normaltemperatur 11¾ und nach de Lüc 16¾, mithin der Unterſchied 5°. Daher werden bey der de lüc'ſchen Verbeſſerung $\frac{5}{215} = \frac{1}{43}$ mehr von der Höhe abgezogen, als bey der ſhuckburgh'ſchen. Da nun dieß $\frac{1}{43}$ eben das ausmacht, um welches Shuckburgh die de lüc'ſchen Höhen zu klein findet (denn es beträgt $\frac{1}{43} = \frac{23,5}{1000}$), ſo ſieht man, daß beyde nur in der Normaltemperatur abweichen, übrigens der Coefficient bey beyden einerley, alſo = 215 iſt. Dagegen ſetzt Roy die Normaltemperatur 11¼, und wenn man die Höhe in engliſchen Faden verlangt, auf Null. Weil nun der engliſche Faden etwa um $\frac{1}{15}$ kleiner als die pariſer Toiſe iſt, ſo muß man nach Roy auf 11¼ Grad Unterſchied eine Verbeſſerung von $\frac{1}{15}$, alſo auf 1 Grad $\frac{1}{169}$ rechnen, woraus ſich ergibt, daß Roy's Coefficiente = 169 ſey. Das Mittel zwiſchen dieſen beyden Methoden iſt folglich in Anſehung der Normaltemperatur (11¾ + 11¼) : 2 = 11½, und in Anſehung der Coefficienten (215 + 169) : 2 = 192, welche genau die oben gefundenen Data ſind. Doch iſt hierbey noch zu bemerken, daß Roy eigentlich gar keinen beſtändigen Coefficienten ſetzet, ſondern der Wirkung der Wärme für jeden Grad ein anderes Verhältniß zueignet.

Der Umſtand, daß de Lüc ſein Thermometer beſtändig im Schatten beobachtet, kann nach **Trembley** wohl einen Theil dieſer Abweichungen, aber doch nicht alles erklären; höchſtens kann dieſer Unterſchied ſich bis 5 Grad nach Fahrenheit erſtrecken, da doch de Lüc's Normaltemperatur um 11 Grade höher als bey Shuckburgh und Roy ſteht.

Nach dieſem aus Shuckburgh's und Roy's Methoden gezogenen Mittel wäre alſo Trembley's Formel dieſe

$$x = 10000 \left(1 + \frac{\varrho - 11,5}{192}\right) (\log. a - \log. y).$$

Hiernach berechnet er nun noch einige Beobachtungen von den Herrn **de Sauſſüre**, **Pictet** und **le Monnier**, und bemerket zuletzt, es ſey noch zu früh, Skalen und Tabellen zur leichtern Berechnung zu verfertigen, und überdieß lohne dieß ſich nicht ein Mahl der Mühe, weil die Formel ſo an

ſich einfach und leicht ſey. Vor der Hand wäre es nützlicher, jede Beobachtung auf den ihr zugehörigen Grad der Wärme zu beziehen, und wenn man auf dieſe Weiſe eine vollſtändige Sammlung werde erhalten haben, ſo könnte man vielleicht erſt eine möglichſt richtige Regel angeben.

Herr **Wünſch** *) hat auch eine Formel angegeben, welche von dem Geſetze des Herrn **Mariotte** abweichet. Sie gründet ſich auf die Sätze, daß ſich die Dichtigkeit der Luft wegen des Geſetzes der Gravitation verkehrt wie die vierte Potenz der Entfernung vom Mittelpunkte der Erde verhalte, und daß man die ſo beſtimmte Dichtigkeit wegen des Drucks der obern Luft auf die untere mit der halben untern Barometerhöhe multipliciren müſſe, um die wirkliche Dichtigkeit zu erhalten. Hieraus ſoll nun eine Formel folgen, worin Differenzen der Wurzeln vierter Potenz aus den Barometerhöhen faſt eben ſo gebrauchet werden, wie ſonſt die Unterſchiede der Logarithmen; dieſerwegen hat Herr **Wünſch** Tabellen über die Wurzeln der vierten Potenz und ihrer Unterſchiede berechnet. Allein die Gründe, worauf ſeine Formel beruhet, ſind bloße und höchſt unwahrſcheinliche Vorausſetzungen.

Herr **Roſenthal** β) ſucht anfänglich die Summirung von Schichten wieder hervor, deren jeder $\frac{1}{16}$ Linie Queckſilberfall zugehöret. Dieſe Schichten berechnet er von 350 Linien bis $187\frac{1}{2}$ Linien Barometerſtand, wobey er die der unterſten Schichte unbeſtimmt läßt, und ſie m nennet, daß folglich z. B. die Höhe derjenigen Schichte, welche dem Queckſilberſtand von 200 Linien zugehöret, $= \frac{350}{200}$. m. wird. Die Höhen dieſer Schichten, ſo wie ihre Summen von oben herab oder von der 3000ſten an gerechnet, bringt er in Tabellen. Die beyden beobachteten Barometerhöhen muß man alsdann in ſelbigen nachſchlagen, und die dabey ſtehende Summe von einander ſubtrahiren, und dieſe Differenz noch mit

*) Neue Theorie von der Atmoſphäre und Höhenmeſſungen mit Barometern. Leipz. 1782. 8.

β) Beyträge zu der Verfertigung, der wiſſenſchaftlichen Kenntniß und dem Gebrauche meteorologiſcher Werkzeuge. Gotha, B. I. 1782. B. II. 1784. 8.

mit m multipliciren, um die wahre Höhe zu erhalten. Um aber das m zu beſtimmen, brauchet er die Meſſungen des de Lüc ſo, daß er die dabey gefundenen Höhen durch die Anzahl der Sechszehntheile von Linien dividiret, welche man aus dem Unterſchiede der Barometerſäulen erhält, und glaubt dadurch zu finden, wie viel Höhe auf $\frac{1}{16}'''$ Unterſchied der Queckſilberhöhe kömmt. Allein die Methode zu addiren, was eigentlich integriret werden muß, iſt ſchon unrichtig, und wäre letzteres richtig, ſo könnten die Höhen durch die bloße Regel Detri gefunden werden. Indeſſen gibt ihm doch dieſe Methode aus vielen Beobachtungen im Durchſchnitte den Werth ſeines m = 4,6864 Fuß oder 0,781 Toiſen bey der Temperatur von $16\frac{3}{4}$ Grad nach Reaumur.

Auch ändert Herr **Roſenthal** die Verbeſſerung wegen der Wärme der Luft. Es hat nämlich **Lambert** in ſeiner Pyrometrie die Ausdehnung der Luft vom Eis bis zum Siedpunkte $\frac{370}{1000}$ des ganzen Volumens befunden. Da aber de Lüc an ſeiner Skale 372 Grade zwiſchen beyden feſten Punkten geſetzet hat, ſo glaubt Herr **Roſenthal** beyde mit einander vereinigen zu können, ſetzt aber der leichtern Rechnung wegen 1000 an den Punkt der Normaltemperatur, bey welchem Lambert 1077 hat. Daher muß an den Eispunkt 928, an den Siedpunkt 1272 kommen. Zeigt nun das Thermometer an der untern Station z. B. 1114, an der obern 1096, ſo iſt bloß die mittlere Wärme 1105 in die gefundene Höhe zu multipliciren, und das Produkt mit 1000 zu dividiren, weil ſich hierbey die ganze Luftſäule in Vergleichung mit der Größe der Normaltemperatur, im Verhältniſſe 1000 : 1105 verändert hat.

Auch gibt **Roſenthal** noch eine Abänderung der logarithmiſchen Formel an. Wenn ein Heberbarometer im längern Schenkel unten a, im kürzern b, oben auf dem Berge im längern α und im kürzern β zeige; die Normallänge ſey $=1$, ſo iſt der berichtigte Barometerſtand unten $=\frac{a-b}{a+b}.1$, oben $\frac{\alpha-\beta}{\alpha+\beta}.1$; mithin die Differenz ihrer Logarithmen

 log.

$\log. \frac{a-b}{a+b} . 1 - \log. \frac{\alpha-\beta}{\alpha+\beta}$, welche nun noch mit 1000 multipliciret, und wegen der Wärme der Luft berichtiget werden muß, um die wahre Höhe zu finden. Nach dieſer Regel hat man 1) das eine Thermometer nicht nöthig, welches bey de Lüc am Brete des Barometers angebracht iſt, 2) bringt ſie die Queckſilberhöhen auf die Normaltemperatur ſelbſt, da de Lüc ſie nur auf 10° nach Reaumur bringt (Th. I. S. 275.) und folglich wärmere Luft mit kälterem Queckſilber vergleichet. Wäre es überdem möglich, vollkommen gleich weite Barometerröhren zu erhalten, und nichts von dem Queckſilber aus der Röhre zu verlieren, ſo würde dieß eine weſentliche Verbeſſerung der de lüc'ſchen Methode ſeyn, ob man gleich dabey mehr zu rechnen und 4 Logarithmen zu ſuchen hat.

Kramp *) hat die Theorie von der ſpecifiſchen Elaſticität verſchiedener Gasarten mit Mehreren zu entwickeln geſucht, und hierbey verſchiedenes zu den Höhenmeſſungen Gehörige deutlicher beſtimmt. Die Vermuthung des Herrn Bouguer einer verſchiedenen ſpecifiſchen Elaſticität der Luftarten bey gleicher Wärme hat ſich durch neuere Entdeckungen vollkommen beſtätiget. In der allgemeinen Formel iſt γ oder die Subtangente der logarithmiſchen Linie jederzeit der ſpecifiſchen Elaſticität der Luft proportional. Nach Herrn **Kramp**, welcher ſeiner Theorie gemäß bloß auf hyperboliſche Logarithmen ſiehet, iſt

$$x = \gamma . (\text{log. nat. } \alpha - \text{log. nat. } y)$$

Für jede logarithmiſche Formel zu Höhenmeſſungen findet man die Subtangente oder γ, wenn man den Coefficienten γe der allgemeinen Formel mit $e = 2{,}302585\ldots.$ dividiret, oder mit $\frac{1}{e} = 0{,}434294482$ multipliciret. So findet man γ

Nach Mariotte	.	= 3522 Toiſen
— Halley		= 4235 —

Nach

*) Geſchichte der Aeroſtatik. Straßburg 1784. gr. 8. Th. 1. Abſchn. 5, 6, 7.

Nach Horrebow	= 4394	Toiſen
— Scheuchzer	= 5621	—
— Lambert Mayer und de Lüc	= 4342	—
— Bouguer	= 4198	—

Die Subtangente aber ändert ſich durch die Wärme, weil dieſe eine Aenderung in der ſpecifiſchen Elaſticität bewirket. So iſt z. B. γ bey de Lüc nur alsdann 4342, oder genauer nach Herrn **Kramp** 4342,704 Toiſen, wenn die Temperatur $16\frac{3}{4}$ Grad nach Reaum. iſt, und ändert ſich für jeden Grad Wärme um $\frac{1}{215}$. Es iſt folglich dieſe Größe, wie bereits oben gefunden iſt, für ϱ reaumüriſche Thermometergrade mit $1 + \frac{\varrho - 16,75}{215}$ oder mit $\frac{198\frac{1}{4} + \varrho}{215}$ oder mit $\frac{18440 + 93\,\varrho}{20000}$ zu multipliciren. Geſetzt alſo, γ und X ſeyn zwey Grade der ſpecifiſchen Elaſticität, und die dazu gehörigen Grade der Wärme nach Reaumur ϱ und R, ſo wird

$$\gamma : X = \frac{198\frac{1}{4} + \varrho}{215} : \frac{198\frac{1}{4} + R}{215} = 198\tfrac{1}{4} + \varrho : 198\tfrac{1}{4} + R.$$

So verhalten ſich z. B. die ſpecifiſchen Elaſticitäten der Luft für den Eis- und Südpunkt nach Reaumur wie $198\frac{1}{4} : 278\frac{1}{4}$, d. i. beynahe wie 5 : 7.

Nach Herrn de Lüc verändern ſich die Höhen bey jedem Grade Aenderung die Wärme gleich viel, welches aber in aller Schärfe nicht richtig iſt. Daher nach **Kramp** in der Theorie noch zwey weſentliche Abänderungen. Zuerſt nimmt er nicht, wie de Lüc, zur Normaltemperatur $16\frac{3}{4}$, ſondern nur 10 Grad nach Reaumur an, und ſetzt die ſpecifiſche Elaſticität der Luft bey dieſem Grade = 1. Auf dieſe Weiſe iſt dieſelbe für jeden andern Grad R, $= \frac{198\frac{1}{4} + R}{208\frac{1}{4}}$. Ferner vergleichet er Herrn de Lüc's Angaben mit der Aenderung der aſtronomiſchen Strahlenbrechung, welche nach **Mayer** nur $\frac{1}{212}$ wächſt, ſo oft das reaumüriſche Thermometer bey unver-

änderten Barometerſtande 10 Grad herabfällt; dieß beträgt alſo für einen Grad $\frac{1}{220}$, und findet eigentlich bey der Temperatur 10 Grad nach Reaumur Statt. Da nun bey unverändertem Barometerſtande die ſpecifiſche Elaſticität im verkehrten Verhältniſſe der Dichtigkeiten oder der Strahlenbrechung iſt, ſo wird jene für ϱ Grad Wärme mit $1 + \frac{\varrho - 10}{200}$ oder mit $\frac{210 + \varrho}{220}$ zu multipliciren ſeyn, und ſich daher wie $210 + \varrho$ oder wie $1 + \frac{\varrho}{210}$ verhalten. Nach Hrn. **Kramp** ſcheint dieſe Beſtimmung richtiger zu ſeyn, als die des Herrn **de Lüc**, welcher $1 + \frac{\varrho}{198\frac{1}{4}}$ ſetzt.

Hiernach wird ſich alſo die Subtangente, welche bey $16\frac{3}{4}$ Grad nach Reaumur 4342,704 war, und dem Bruche $1 + \frac{\varrho}{210}$ proportional bleibt, für 10 Grade in dem Verhältniſſe $226\frac{3}{4} : 220$ vermindern, folglich 4213,440 Toiſen gleich werden, und der 220ſte Theil davon oder 19,152 Toiſen wird die Veränderung für jeden Grad des Thermometers ſeyn. Darnach hat Herr **Kramp** eine Tafel berechnet; worin die Elaſticität und Subtangente für jeden Grad des Thermometers angezeiget ſind. Es gibt alſo dieſe Tafel die Subtangente für jede mittlere Wärme, und dieß in den Unterſchied der hyperboliſchen Logarithmen multipliciret, zeigt ſogleich die wahre Höhe x. Auch erhält man ſogleich, wie viel Mahl die Luft leichter als das Queckſilber iſt, wenn man die Subtangente mit der Barometerhöhe dividiret.

Uebrigens zeigt Herr **Kramp** *) noch, wie er durch Bouguers, Lamberts und de Lüc's Schriften auf ſeine Ideen geführet ſey, und theilet zugleich eine Theorie der ſpecifiſchen Elaſticitäten verſchiedener Gasarten, nebſt einer Tabelle über dieſelben bey 55 Grad nach Fahrenheit aus **Fontana's** Verſuchen

*) Anhang zur Geſchichte der Aeroſtatik. Frankf. u. Leipz. 1786. 8.

ſuchen mit, welche er mit Anwendungen auf das Gleichgewicht der Luftarten in verſchloſſenen Röhren und auf die Geſchwindigkeit des Schalles begleitet.

Herr Hofrath **Mayer** [a]) hat eine Theorie der Wärmemeſſung entworfen, woraus das allgemeine Geſetz zu folgen ſcheinet, daß ſich die Differenzen der Räume, in welche ſich ein Körper ausdehnet, wie die Differenzen der Temperaturen verhalten. Daraus hat er eine Differenzialformel hergeleitet, welche beweiſet, daß die Aenderung der Elaſticität, welche bloß von der Wärme herrühret, der Aenderung der Wärme ſelbſt proportional ſey. Dieß wendet er nach vorhergegangenen Verſuchen mit den Ausdehnungen der Luft auf die barometriſche Höhenmeſſung an, und zeigt, wie de Lüc's Verbeſſerung um $\frac{1}{215}$ für jeden Grad Wärme nach Reaum. aus den Verſuchen und der Differenzialformel folge. Daher behauptet Herr **Mayer**, de Lüc's Angabe von $\frac{1}{215}$ ſey in allen Fällen ſo hinreichend, daß keine Verbeſſerung weiter nöthig ſey.

Die Theorie der Höhenmeſſung mit dem Barometer und ihre Veranlaſſung handelt Herr **Hennert** [b]) in ſeiner 1785 zu Göttingen gekrönten Preisſchrift in der größten Allgemeinheit ab. Wenn ſich die Dichtigkeiten zweyer Luftmaſſen wie D:d, Wärmen, d. h. Luftſäulen, welche bey einer gewiſſen Dichtigkeit und bey den Statt findenden Temperaturen von ihnen getragen werden können, wie C:γ, die Queckſilberſäulen, welche ſie tragen, wie α:y verhalten, ſo zeigt er, daß $\frac{\alpha}{DC} = \frac{y}{\delta\gamma} = A$ eine beſtändige Größe ſey. Nach den gewöhnlichen Schlüſſen folgt nun die Formel

$$\delta dx = - dy \text{ oder } \frac{y dx}{\gamma} = - A dy$$

 woraus

[a]) Phyſikaliſch-mathematiſche Abhandlung über das Ausmeſſen der Wärme in Rückſicht auf das Höhenmeſſen vermittelſt der Barometer. Frankf. u. Leipz. 1786. 8.

[b]) Comment. de altitudinum menſuratione ope barometri. Vltraj. 1786. 8. maj.

woraus man nach gehörigem Integriren $\int \frac{dx}{y} = A$ log. nat. $\frac{\alpha}{y}$ erhält.

Die Verbeſſerung wegen der Wärme des Queckſilbers richtet er ſo ein, daß ſie nach einer von ihm mitgetheilten Tafel nur aus dem unteren Barometerſtande α vorgenommen werden darf, den er alsdann α corr. nennt. Will man ſtatt der hyperboliſchen Logarithmen briggiſche gebrauchen, ſo darf man nur A mit 2,30258 .... multipliciren, wodurch es ſich in B verwandelt. Um nun noch $\frac{dx}{y}$ zu integriren, nimmt er $y = C\left(1 + \frac{\epsilon x}{\alpha}\right)$ an, und findet mit Weglaſſung kleiner Größen

$$x = \frac{2C\gamma}{C+\gamma} \cdot B \cdot \log. \frac{\alpha \text{ corr.}}{y},$$

wo C und γ aus mitgetheilten Tabellen durch die Grade des fahrenheitſchen Thermometers an beyden Standpunkten gegeben ſind. Auch zeigt Herr **Hennert**, daß dieſe ſeine Regel mit den meiſten Erfahrungen übereinſtimme.

Herr **Gerſtner** *) in Prag hat die Meſſungen des Herrn **de Lüc** ebenfalls ſcharf geprüft, und gefunden, daß der Wärmegrad, für welchen die Differenz der Logarithmen der Barometerhöhen, als ganze Zahlen betrachtet, die Höhe unmittelbar in Tauſendtheilen der Toiſe gibt, oder für welche die pariſer Toiſen x = 10000 (log. α — log. y) iſt, nicht allenthalben auf + 16¾ Grad des Queckſilberthermometers von 80 Graden geſetzet werden könne, ſondern bey größern Höhen kleiner als nahe an der Erdfläche angenommen werden müſſe. Die Beobachtungen, welche er auf dem Rieſengebirge anſtellte, bewieſen, daß dieſer Wärmegrad, wenn

*) Beobachtungen über den Gebrauch des Barometers bey Höhenmeſſungen in den Beobachtungen auf Reiſen nach dem Rieſengebirge; herausgeg. von Jiraſek, Haenke, Gruber und Gerſtner. Dresden 1791. 4.

wenn x nahe an 40 Toiſen kömmt, auf 18, hingegen, wenn x ſich der Größe von 500 Toiſen nähert, auf 12 Grad zu ſetzen ſey, und daß für Höhen, welche zwiſchen 40 und 500 Toiſen liegen, ein verhältnißmäßiger Werth zwiſchen 18 und 12 Statt finde. Bedeutet nun der gehörige Grad der Normaltemperatur $= \beta$, und ſetzet dieß für $16\frac{3}{4}$, ſo verwandelt ſich die von de Lüc angegebene Formel in

$$x = 10000 \left(1 + \frac{\varrho}{215} - \frac{\beta}{215}\right) (\log. \alpha - \log. y)$$

$$= 10000 \left(\frac{215 + \varrho - \beta}{215}\right) (\log. \alpha - \log. y),$$

mithin der Coefficient $\gamma e = 10000 \left(\frac{215 + \varrho - \beta}{215}\right)$.

Könnte man nun allemahl den Wärmegrad β für jeden Fall richtig beſtimmen, ſo würde dieſe Formel in Anſehung der Richtigkeit alle bisher bekannte übertreffen. Allein es ſind hier Umſtände in Betrachtung zu ziehen, von welchen der Werth von β abhängt, und welche ſo leicht nicht ergründet werden können, indem nämlich die Zuſtände der Luft an ein und eben dem Orte zu veränderlich ſind. Um dieſe genau aufzudecken, müßte man bey jeder Beobachtung außer dem Thermometer vielleicht noch viele andere Werkzeuge, als das Hygrometer, Eudiometer, Luftelektrometer u. a. zu Rathe ziehen, und ihre Angaben mit in die Formel bringen. Allein wer ſieht nicht, mit welchen Schwierigkeiten dieß verknüpfet iſt, um ſich nur erſt vollkommen zu verſichern, daß eines von dieſen Werkzeugen ſicher gebrauchet werden könne. Herr **Gerſtner** ſchlägt daher lieber vor, die Dichtigkeit der Luft an beyden Enden der auszumeſſenden Höhe lieber durch Abwägung mit ſeiner angegebenen Luftwage (M. ſ. **Manometer**) zu beſtimmen. Da es nämlich bey den barometriſchen Höhenmeſſungen vorzüglich auf die ſpecifiſchen Gewichte der Luft und des Queckſilbers, oder auf das Verhältniß $\mu : 1$ ankemmt, welches bey einer ſolchen Abwägung für beyde Enden der zu beſtimmenden Höhe durch Beobachtung

unmittelbar gefunden wird; ſo kann man dabey das Thermometer und alle übrige Werkzeuge gänzlich entbehren.

Man nehme alſo an, die Barometerhöhe bey ſ ſey $= \alpha$, das durch die Luftwage gefundene Gewicht eines Cubikzolles Luft $= 1$, das Gewicht eines Cubikzolles von demjenigen Queckſilber, welches das Barometer enthält $= q$, ſo iſt die Dichtigkeit der Luft daſelbſt $\mu = \frac{1}{q}$; ferner ſey bey h die Barometerhöhe $= \varphi$, das Gewicht eines Cubikzolles Luft $= \lambda$, und die Dichtigkeit desſelben $= v = \frac{\lambda}{q}$. Nun müßte man zur Beſtimmung der Höhe ſh eigentlich das Geſetz noch wiſſen, wornach ſich die Dichtigkeit der Luft von ſ bis h ändere. Da aber dieſes aus den Erfahrungen nicht bekannt iſt, ſo muß man zu Hypotheſen ſeine Zuflucht nehmen. Zuerſt ſetze man, dieſe Aenderung erfolge gleichförmig, d. h. daß in jedem Zwiſchenpunkte k die Dichtigkeit von ſ aus gerade um ſo viel abgenommen habe, als mit der Höhe ſk gerade im Verhältniſſe ſteht, ſo wie die meiſten Phyſiker die Wärme von unten nach oben abnehmen laſſen. In dieſem Falle kann man alſo die Dichtigkeit der Luft im Durchſchnitte gleichförmig, oder die mittlere Dichtigkeit der ganzen Luftſäule ſh durchaus $= \frac{1}{2}(\mu + v)$ annehmen, und man findet die Höhe

$$\text{☉)}\ \mathrm{ſh} = \frac{\alpha - \varphi}{\frac{1}{2}(\mu + v)} \text{ oder } \frac{\alpha - \varphi}{\frac{1}{2}(1 + \lambda)} \cdot q\,.$$

So fand Herr **Gerſtner** die Höhe der Schneekappe über Marſchendorf aus den Beobachtungen des Barometers und der Luftwage 544,4 Klaftern, welche die geometriſche Meſſung auf 545 Klaftern gab, wobey alſo nach dieſer die Höhe nur um 0,6 Klaftern oder $3\frac{3}{5}$ Fuß höher gefunden wurde. Uebrigens zeigen Herrn **Gerſtners** Beobachtungen, daß dieſe Vorausſetzungen bey geringen Höhen, welche z. B. nicht über 350 Klaftern betragen, ſehr genau zutrifft, und daß ſelbſt bis auf 600 Klaftern der Fehler nicht beträchtlich iſt.

Will man hingegen bey größern Höhen die Unterſchiede der Dichtigkeiten der Luft den Unterſchieden der Barometerhöhen proportional ſetzen, ſo bedeute die Barometerhöhe in $k = y$ und $\int k = x$, und es wird nach dieſer Vorausſetzung

$\alpha - \varphi : x - y = \mu - v : \mu -$ Dichtigkeit in k

ſeyn müſſen, woraus die Dichtigkeit in k

$$= \mu - (\mu - v) \left(\frac{\alpha - y}{\alpha - \varphi}\right)$$ gefunden wird.

Setzt man nun eine unendlich kleine Höhe über $k = dx$, ſo iſt das Gewicht der Luftſäule von der Höhe dx;

$$\mu dx - (\mu - v) \frac{\alpha - y}{\alpha - \varphi} dx = - dy$$

Wird nun die Differentialgleichung gehörig geordnet, und ſo integriret, daß x für $y = \alpha$ verſchwindet, ſo ergibt ſich

$$x = \frac{\alpha - \varphi}{\mu - v} . \log. \text{nat.} \frac{\mu (\alpha - \varphi}{\mu (y - \varphi) + v (\alpha - y)}$$

und für $y = \varphi$, wobey ſich x in $\int h$ verwandelt

$$\text{☽}) \int h = \frac{\alpha - \varphi}{\mu - v} . \log. \text{nat.} \frac{\mu}{v} .$$

Wenn μ und v nicht ſehr von einander abweichen, ſo kann man alsdann auch ſetzen

$$\log. \text{nat.} \frac{\mu}{v} = 2 \frac{\mu - v}{\mu + v}$$

dadurch verwandelt ſich alsdann die Formel ☽) mit gehöriger Subſtitution in die ⊙), und daraus iſt klar, daß man bey geringen Höhen die ſehr einfache Formel ⊙) ſicher gebrauchen könne.

Uebrigens iſt es wohl keinem Zweifel unterworfen, daß die bisherigen Verſchiedenheiten bey den Höhenmeſſungen mit dem Barometer größtentheils darin ihren Grund haben, daß die Dichtigkeit der Luft an einerley Orte bey einerley Wärme der Barometerhöhe nicht proportional iſt; daher werden ſie nur dadurch gehoben werden können, wenn man

man die vorhandene Dichtigkeit durch unmittelbare Abwägung beſtimmt.

M. ſ. J. A. de Lüc Unterſuchungen über die Atmoſphäre a. d. Franz. überſetzet; Leipzig Th. I. 1776. Th. II. 1778. gr. 8. A. G. Käſtner Abhandlung von Höhenmeſſungen durch das Barometer; in ſeinen Anmerkungen über die Markſcheidekunſt. Göttingen 1775. 8. S. 215. u. f. *C. H. Damen* diſſ. phyſ. et mathem. de montium altitudine barometro metiendo. Hagae Com. 1783. 8.

Höhlen, unterirdiſche, Grotten (cauernae, cavernes, grottes) ſind leere Räume oder Grotten, welche vorzüglich in den Gebirgen in der Erde angetroffen werden. Selten findet man dergleichen auf dem platten Boden, in Kalkgebirgen und Gypsgebirgen aber ſind ſie häufig, und es gibt nur wenig Gegenden, in welchen dergleichen nicht wären. In großer Menge trifft man ſie an auf den Inſeln des Archipelagus, den azoriſchen, grünen, moluckiſchen u. ſ. Inſeln. Mehrentheils haben ſie Gänge von verſchiedener Höhe und Richtung, welche in größere mit Pfeilern und Figuren von Tropfſtein ausgeſchmückte Klüfte führen, die mit Waſſer angefüllet ſind. Auch findet man darin bisweilen Knochen, Zähne und Gerippe von Landthieren.

In Deutſchland iſt beſonders merkwürdig die **Baumannshöhle** auf dem Harz. Zu dieſer führet ein natürliches Gewölbe in den Berg hinein; ſie beſtehet aus mehreren Räumen und engen Gängen, überall iſt ſie mit Tropfſteinen ausgezieret, die gar mancherley beſondere Figuren bilden. Auch findet man in ihr Knochen und verſchiedene Verſteinerungen. Leſenswerthe Nachrichten von dieſer Höhle haben beſonders **Silberſchlag** [α]) und **Schröder** [β]) gegeben. Der Baumannshöhle iſt die **Scharzenfelderhöhle** ſehr ähnlich; in ſelbiger hat man unter einer großen Menge von

α) In den Schriften der berliner Geſellſchaft naturforſchender Freunde; B. VI. Nro. VIII. S. 142. u. f.

β) Naturgeſchichte der Baumanns- und beſonders der Bielshöhle, wie auch der Gegend des Unterharzes, worin beyde gelegen ſind. Hildesheim 1789.

von Knochen auch einige von ſolcher Größe gefunden, daß man die Thiere nicht hat errathen können, von welchen ſie ſeyn möchten. Auch iſt unter andern im Bayreuthiſchen befindlichen Höhlen vorzüglich durch eine ungeheuere Menge von Knochen eines unbekannten Thieres die **Gailenreuther-Höhle** merkwürdig. Nach **Esper** [α]) beſteht dieſe Höhle aus mehreren, größtentheils durch enge Oeffnungen verbundenen Gewölbern, von Kalkſtein, welche voller Tropfſtein ſind. Darin findet man Kohlenſtaub und ganze Stükken von Kohle, auch im vordern Theile Trümmer von Urnen, und eine Menge von Erde, die offenbar aus der Verweſung thieriſcher Körper entſtanden iſt. Zwiſchen dieſer Erde liegen die Knochen zertrümmert und ganz, und ſo unordentlich durch einander, daß es unmöglich iſt, zuſammengehörige zu finden, oder ein ganzes Gerippe daraus zuſammenzuſetzen. **Esper** fand acht- bis neunerley Arten von Zähnen darunter, konnte aber nicht angeben, welchen Thieren dieſelben zugehörten. Er ſcheint zu glauben, daß dieſe Thiere ſich bey der Sündfluth hierher zu retten geſuchet hätten. In einer andern Abhandlung [β]) hält er dafür, daß dieſe Knochen dem Seebäre (vrſus maritimus Lin.) zugehörten, und ſucht dieſe ſeine Vermuthung durch Vergleichung der Zähne, der Kinnlade des Seebäres mit einem in der Höhle vorgefundenen Schedel zu beſtätigen. Herr **Roſenmüller** [γ]) hat dieſen Schedel in ſeiner akademiſchen Probeſchrift abgebildet, und durch die Vergleichung mit den Beſchreibungen des Seebärs und Polarbärs (vrſus arctos Lin.) ſeine Verſchiedenheit von beyden bewieſen. Er hält es für eine Art von Bären, deren Geſchlecht entweder ausgegangen oder ausgerottet ſey, und iſt der Meinung, daß ehedem dieſe Gegend der Bewohnungsort dieſer Thiere geweſen,

α) Ausführliche Nachricht von neu entdeckten Zoolithen unbekannter vierfüßiger Thiere und den ſie enthaltenden Grüften der oberbergiſchen Lande des Margg. Bayreuth. Nürnberg 1774. gr. Fol.
β) Reiſe zu den gailenreuther oſteolithiſchen Höhlen, in den Schriften der berlin. Geſellſch. naturforſch. Freunde; B. V. S. 56.
γ) Diſſ. de oſſibus foſſilibus animalis cuiusdam etc. Lipſ. 1794. 4.

weſen, welche aber von den Menſchen vertrieben wären, und ſich in dieſe Höhlen verkrochen hätten. Daß ihre Knochen von Ueberſchwemmungen dahin geführet ſeyn, iſt ihm dieſerwegen unwahrſcheinlich, weil ſich gar keine Seeprodukte darunter finden, und ihre Subſtanz gar keine Spur von einer Verſteinerung oder Verwandlung in Kalkſpath zeigt. Von mehreren Höhlen daſiger Gegend findet man Nachrichten bey den Herrn **Köppel** [α]) und **Roſenmüller** [β]).

Viele ähnliche Höhlen trifft man in Frankreich und in der Schweiz an. Eine in der Franche Comté [γ]) iſt 80 Fuß hoch, 140 Fuß lang vom Eingange bis zum Ende, und 112 Fuß breit. Herr **Bülleret** zu Beſançon fand den Boden der Höhle mit drey Fuß Eis bedeckt, welches zu ſchmelzen anfing, und ſahe drey Pyramiden von Eis, 15 bis 20 Fuß hoch, und 5 bis 6 Fuß breit, die auch ſchon ziemlich abgenommen hatten. Eine der ſonderbarſten in Frankreich iſt die von Arcy bey Vermanton, in der Nähe von Auxerre, ſie hat eine Länge von 247 Toiſen, und beſteht aus mehreren Abtheilungen oder Sälen, welche größtentheils mit Stalactiten und andern Gewächſen von Tropfſteinmaſſe angefüllet ſind; in einigen dieſer Abtheilungen aber iſt Waſſer. Dieſe Höhle iſt in einem Kalkgebirge, gleichwohl bemerkt man in ihr an mehrerley Orten zwiſchen den Felſenſtücken eine 2 Fuß mächtige Lage von grobem Kieſelſande, welcher mit viel Glimmer und Granit vermiſcht iſt. Wahrſcheinlich iſt dieſer Sand durch den kleinen Fluß Cure, welcher von den Granitbergen bey Chateau Chinon herkömmt, und bey der Höhle vorbeygehet, in dieſe gebracht und in derſelben abgeſetzet worden [δ]). Die **Höhle de la Balme** bey

Cluſe

α) Beſchreibung der neu entdeckten Roſenmüllers- und anderer Höhlen bey Muzzendorf im Bayreuth. Erlangen 1795. mit K. gr. 4.

β) Abbildungen und Beſchreibungen merkwürdiger Höhlen um Muzzendorf im bayreuthiſchen Oberlande für Freunde der Natur und Kunſt. Erſtes Heft. Erlang. 1796.

γ) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1712. 1726.

δ) Mémoir. de l'Académ. de Dijon. 1784. pag. 33.

Cluſe in Savoyen hat eine Länge von mehr als 1600 Fuß; in der Mitte hat ſie eine Art von Grube, die man den Brunnen nennt, und ſehr tief ſeyn muß, da die Steine, die man in dieſelbe wirft, viel Zeit gebrauchen, ehe ſie auf den Boden kommen. An den Wänden dieſer Höhle fließt ebenfalls Waſſer herab, welches zur Entſtehung von Tropfſtein Veranlaſſung gibt.

Eine der berühmteſten Höhlen iſt die **Grotte von Antiparos**, welche **Tournefort** *) beſchrieben hat. Der Eingang iſt ein Gewölbe von 20 Schritten breit; dieſer führet zu einer dunkeln Oeffnung, durch welche man mit vieler Schwierigkeit vermittelſt enger Gänge, ſchmaler Treppen und Leitern über ſteile Abſtürze bis zu einer Tiefe von mehr als 300 Klaftern gelangen kann, da man alsdann eine ſehr große und auf dem Boden mit Figuren bedeckte Höhle findet. Auch war bey den Alten das ſogenannte **Labyrinth** in Creta oder Candia berühmt. Der Eingang deſſelben führet durch einen Gang mit vielen Beugungen in Seitenſteigen, wovon das größte 1200 Schritte lang iſt, zu zwey großen Sälen. Zuweilen iſt der Weg ſo niedrig, daß man kriechen muß. Die Wände ſcheinen von ordentlich übereinandergelegten Steinen erbauet zu ſeyn. **Tournefort** vermuthet, daß das Labyrinth ein zum Theil von Menſchen gemachtes Werk ſey.

In Italien gibt es ebenfalls verſchiedene unterirdiſche Höhlen. Der **Monte Eolo** bey der kleinen Stadt Ceſi gibt aus ſeinen Ritzen, beſonders zur Sommerszeit, vor und nach dem Mittage einen kühlen Wind. Auch iſt die **Hundsgrotte** vorzüglich wegen ihres erſtickenden Schwadens bekannt. M. ſ. **Gas, mephitiſches**.

Die Urſachen, welchen dergleichen Höhlen ihren Urſprung verdanken, ſind eben nicht ſchwer zu beſtimmen. Die Höhlen ſind ſpäter als die Berge, in welchen ſie angetroffen werden; denn die Schichten müſſen urſprünglich eine feſte Unterlage gehabt haben, auf welche ſie ſich ſtützen konnten, und

*) Voyage au Levant. ed. de Lion. 1717. 4. p. 188 ſq.

und da alle Berge, in welchen ſich dergleichen Höhlen befinden, aus Schichten beſtehen, ſo ſieht man, daß die Höhlen zu der Zeit, als ſich dieſe Schichten abſetzten, noch nicht da ſeyn konnten. Allein da, wo jetzt die Höhlen ſind, waren die Lagen nicht ſo feſt, ſie beſtanden entweder aus Erde oder aus einem zarten Geſtein; die Wäſſer, welche man in allen ſolchen Höhlen antrifft, haben dieſe Erde oder das Geſtein weggeſchwemmt, und mit ſich fortgeführet, und auf dieſe Art iſt die Höhle entſtanden, welche in der Folge durch die Einwirkung der Gewäſſer immer größer geworden iſt. Ueberdieß dringt das Waſſer mehrerer großer und kleiner Flüſſe in den Erdboden und verläuft ſich im Innern der Erde; wahrſcheinlich fließen dergleichen Gewäſſer an manchen Orten durch ſolche Höhlen, und führen etwas aus ſelbigen mit ſich hinweg. Mannigmahl iſt auch der Fall, daß die nämliche Urſache, durch welche die Höhlen hervorgebracht ſind, dieſelben zerſtöret; wenn die Wäſſer die Theile, welche den Höhlen zur Stütze dienen, erweicht, und nach und nach fortführet, ſo wird die Decke auf den Boden herabfallen, und ſo die Höhle mehr oder weniger ausgefüllet werden.

Es können auch die Höhlen noch auf eine andere Art ausgefüllet werden; die Wäſſer, welche durch die Wände und Wölbungen durchſickern, bilden in den meiſten Höhlen Tropfſtein, oder andere ſteinige Gewächſe; dieſe Produkte können ſich nach und nach ſo mehren, daß die Höhle endlich ganz damit angefüllet ſeyn wird. In den meiſten Höhlen haben auch die Tropfſteine zur Entſtehung der beſondern Abtheilungen und Gänge, welche man in denſelben antrifft, Gelegenheit gegeben.

Auch in den vulkaniſchen Gebirgen müſſen ſich Höhlen von erſtaunlicher Größe bilden. Der Veſuv beweiſet überzeugend die Bildung von ſolchen Höhlen: im Jahre 1631 ward man gewahr, als er ſehr ſtark brannte, daß die Bay von Neapel faſt ganz vertrocknete; das Waſſer trat nämlich aus dieſer Bay mittelſt einer Höhle, womit dieſelbe durch

jenen Ausbruch in Verbindung gekommen war, in den Vulkan, und dieſer spie bald darauf das Waſſer heiß wieder aus. Aehnliche Höhlen müſſen ſich unter allen, ſo wohl verloſchenen als auch brennenden Bergen von dieſer Art finden; und beſonders werden die Höhlen, welche unter den Bergen Chimboraço, Pichincha, Catapaxi, Hecla, Avatcha u. ſ. f. ſind, von ungeheuerer Größe ſeyn.

M. ſ. **Torb. Bergmann** Beſchreibung der Erdkugel durch **Röhl**. Greifsw. 1780. gr. 8. Th. I. Abth. 2. Cap. 7. **De la Metherie** Theorie der Erde; aus dem Franz. durch **Eſchenbach**. Leipz. 1797. Th. II. S. 241. u. f.

Höllenſtein ſ. **Silber**.

Hörrohr (tuba acuſtica, cornet acuſtique) iſt ein Werkzeug zur Verſtärkung des Gehörs für diejenigen Perſonen, welche ein ſchwaches Gehör beſitzen. Die Oeffnung (fig. 111.) gh des Hörrohres wird weit gemacht, damit es ſo viele Schallſtrahlen, als möglich iſt, auffangen kann, welche ſonſt vor dem Ohre vorbeygehen würden. Dem innern Theile bg, dh wird am beſten eine paraboliſche Geſtalt gegeben, damit die parallel auffallenden Schallſtrahlen ab, cd in den Brennpunkt e zuſammenkommen, wo ſie durch die Röhre ef, die man in die Oeffnung des Ohres ſteckt, in das Innerſte des Ohres geführet werden. Uebrigens muß die inwendige Wand wegen des Zurückwerfens der Schallſtrahlen ſehr gut poliret ſeyn. **Le Cat** machte am Bau des Ohres die Bemerkung, daß der Schall in einer völlig eingeſchloſſenen Luft verſtärket werde, und gab daher das doppelte Hörrohr (fig. 112.) an, bey welchem die Höhlung eingeſchloſſene Luft enthält, die nicht anders als durch die Röhre eg in den Gehörgang des Ohres gelangen kann.

Hohlgläſer ſ. **Linſengläſer**.

Hohlſpiegel ſ. **Spiegel, hohle**.

Holländiſches Fernrohr ſ. **Fernrohr**.

Homogen, gleichartig (homogeneum, ſimilare, homogène, ſimilaire) heißt dasjenige, was einerley Natur

und gleiche Eigenſchaften beſitzet. So redet man von homogenen Maſſen, oder homogenen Körpern, welche einerley Eigenſchaften beſitzen, und von gleicher Natur ſind, wie z. B. Waſſer, reine Metalle u. d. g. Dem Homogenen wird das Heterogene entgegengeſetzet. M. ſ. **Heterogen.**

Horizont, Geſichtskreis (horizon, circulus finitor, horizon) heißt der ſcheinbare Kreis, welchen ein Beobachter auf der Erde in einer allenthalben freyen Ausſicht rings herum überſehen kann. Weil nämlich das Auge Objekte auf der Erdfläche nur bis zu einer gewiſſen Grenze beſtimmt erkennen kann, über welche hinaus es die Entfernungen anderer ſichtbaren Objekte von einander nicht mehr wahrnimmt, mithin es ihm vorkommt, als ob alle Gegenſtände, die über dieſe Grenzen hinausliegen, rund herum vom Auge gleich weit entfernt wären; mithin ſcheint das Auge einen Kreis zu überſehen, welcher eben der **Horizont** genannt wird. Man unterſcheidet den **ſcheinbaren Horizont** (Horizon apparens) von dem **wahren Horizonte** (horizon verus). Jener iſt die ebene Fläche des ſichtbaren Kreiſes, welche die krumme Oberfläche der kugelförmigen Erde an der Stelle berühret, wo der Beobachter ſich befindet; dieſer aber iſt die ebene Fläche, welche durch den Mittelpunkt der Erde und mit dem ſcheinbaren Horizonte parallel geht. Wenn man ſich beyde gehörig erweitert bis zur ſcheinbaren Himmelskugel vorſtellet, ſo iſt ihr Abſtand von einander das Maß von einem Winkel im Mittelpunkte der Erde, welcher den Nahmen der **Horizontalparallaxe** führet, und deſto kleiner wird, je kleiner man die Erdkugel in Vergleichung mit der Himmelskugel annimmt. Weil nun vermöge der Erfahrung bey den Fixſternen keine Horizontalparallaxe angetroffen wird, ſo muß auch die Erde in Vergleichung mit der Kugel der Fixſterne für unendlich klein gehalten werden, und es iſt für den Ort der Beobachtung einerley, die Sterne mögen auf der Oberfläche der Erde oder aus dem Mittelpunkte derſelben betrachtet werden, alſo iſt es auch in Rückſicht der Fixſterne einerley, ob man ſich

den

den ſcheinbaren oder wahren Horizont für den Ort der Beobachtung vorſtellet. M. ſ. **Erdkugel.** Bey Beobachtung der Sonne, des Mondes und der Planeten iſt dieſer Unterſchied allerdings in Betrachtung zu ziehen, und man muß bey Beobachtung der Höhen dieſer Himmelskörper ſelbige auf diejenige reduciren, welche auf den wahren Horizont fallen würde.

In der Aſtronomie iſt der Horizont einer von den vornehmſten größten Kreiſen, auf welchen ſich Begriffe der Sterne beziehen, wie z. B. Aufgang, Untergang und Höhe der Sterne, und welcher mit andern größten Kreiſen der Himmelskugel merkwürdige Durchſchnittspunkte gibt.

Vermöge der Erfahrung iſt die Richtung der Schwere oder des herabhängenden Bleylothes an allen Stellen auf der Erdoberfläche auf dem Horizonte ſenkrecht. Es iſt alſo die verlängerte Richtung der Schwere oder die Scheitellinie die Axe des Horizontes, deren Endpunkte oder das Zenith und Nadir die Pole desſelben ſind, welche alſo vom Horizonte in allen Punkten des Umfanges um 90 Grade entfernet ſind. Es ſtehen daher alle durch die Pole des Horizontes gehende größte Kreiſe auf demſelben ſenkrecht, und alle übrige größte Kreiſe ſchneiden ſich mit ihm in Halbkreiſen. Die ganze Himmelskugel theilet er in zwey Hälften ab, nämlich in die **obere** und **untere**. Die beyden Durchſchnittspunkte mit dem Meridian beſtimmen die Mittags- und Mitternachtspunkte, deren Entfernung von einander die Mittagslinie ausmacht. Die Durchſchnittspunkte des Aequators mit dem Horizonte geben den Morgen- und Abendpunkt. Es theilen demnach dieſe vier Punkte den Horizont in 4 Quadranten; wird alsdann jeder Quadrant noch dreymahl halbiret, ſo erhält man die bey den Schiffern gewöhnliche Eintheilung des Horizontes in 32 gleiche Theile der Weltgegenden. M. ſ. **Weltgegenden.**

Uebrigens wird der Horizont, wie jeder anderer größter Kreis in 360 Grade getheilet, welche in der Aſtronomie gewöhnlich vom Mittagspunkte aus auf beyden Seiten fort-

gezählet werden, ſo daß auf beyden Seiten bis zum Mitternachtspunkte 180 Grade Statt finden. Nach ſolchen Graden gibt man die Azimuthe der Geſtirne an. M. ſ. **Azimuth.** Bisweilen aber, beſonders für Sterne, welche eben auf- und untergehen, fängt man auch vom Morgen- oder Abendpunkte zu zählen an, und rechnet in ſolchen Graden die Morgen- und Abendweiten. M. ſ. **Morgenweite, Abendweite.**

Die Markſcheider theilen den Horizont gewöhnlich in 24 Stunden ab, um das Streichen der Gänge zu beſtimmen. M. ſ. Gänge.

Horizontal, wagrecht, waſſerrecht (horizontale, ad libellam compoſitum, horizontal). Eine Linie oder Ebene nennt man horizontal, wenn ſie mit dem ſcheinbaren oder auch wahren Horizonte eines Beobachtungsortes parallel läuft. Die Richtung der Schwere ſteht auf einer ſolchen Linie oder Ebene ſenkrecht. Die horizontale Lage einer Linie oder einer Ebene beſtimmt man durch Werkzeuge, welche überhaupt **Wagen** genannt werden. Z. B. Nivellirwagen, Waſſerwagen, Schrotwagen u. dergl. Das Stück Fläche, welches wir auf der Erde überſehen können, iſt eigentlich keine Ebene, ſondern ein Theil einer kugelähnlichen Fläche, und daher iſt der Ausdruck, waſſerrecht, nicht recht ſchicklich, wenn man darunter die Lage einer Linie oder Fläche verſtehet, welche mit dem ſcheinbaren Horizonte parallel läuft, weil die Waſſerfläche die Geſtalt einer Kugelfläche hat. Es weicht alſo die Oberfläche der Erdkugel von dem ſcheinbaren Horizonte in großen Entfernungen eben ſo ab, wie ein Kreisbogen von ſeiner Tangente abweicht. Bey ſcharfen Ausmeſſungen auf der Erdfläche, beſonders bey großen Entfernungen oder auch großen Flächen ſelbſt, muß man auf dieſe Krümmung vorzüglich Rückſicht nehmen, wie z. B. bey Meſſungen einiger Grade eines Meridianes, bey Verzeichnungen der Landcharten, beym Nivelliren u. ſ. f. Wie groß die Abweichung der Krümmung der Erde in gewiſſen beſtimmten Entfernungen vom Beobachtungs-

achtungsorte aus ſey, ſoll unter dem Artikel, **Waſſerwägen**, gezeiget werden.

Horizontalparallaxe ſ. **Parallaxe**.

Horizontalwage ſ. **Waſſerwage**.

Hornbley ſ. **Bley**.

Hornhaut ſ. **Auge**.

Hornſilber ſ. **Silber**.

Horopter (horopter, lieu du concours des deux axes optiques). Wenn wir einen leuchtenden oder erleuchteten Punkt (fig. 113.) c deutlich ſehen wollen, ſo gehen unſere Augenaxen nach dieſem Punkte hin, welche folglich daſelbſt zuſammen kommen. Eine Ebene durch c lothrecht auf das Dreyeck a b c geführt, heißt alsdann der **Horopter**.

Man ſieht leicht, daß die beyden Bilder von c, ſo wie überhaupt die Bilder eines jeden im Horizonte liegenden Punktes, auf übereinſtimmende Punkte der Netzhaut in beyden Augen fallen. Man nehme z. B. an, die bey den Linien f g h ſeyen die Netzhäute in beyden Augen, ſo fällt das Bild von c auf ſelbige in die Mitte g. Wenn aber zugleich andere Gegenſtände d und e außer dem Horopter liegen, ſo fallen ihre Bilder h und f auf verſchiedene Seiten von g, mithin auf nicht übereinſtimmende Punkte der Netzhaut. Allgemein lehret nun die Erfahrung, daß wir ein Objekt nur einmahl ſehen, wenn ihr Bild in beyden Augen auf übereinſtimmende Punkte fällt; mithin ſtellt uns das Auge ein einfaches Bild aller im Horopter liegenden Gegenſtände dar, das auf beyden Netzhäuten gleichförmig abgebildet iſt. Da aber die Bilder der in d und e befindlichen Objekte nicht auf übereinſtimmende Punkte der Netzhaut, alſo auf zwey verſchiedene Stellen des Bildes fallen, ſo folget nothwendig, daß alles, was außer dem Horopter liegt, das Auge doppelt ſiehet.

Es fällt zwar beyden Augen ſchwer, die Geſichtsaxen außer den Horopter hinzurichten. Wenn man aber durch vorſetzliches Schielen oder durch Verdrückung des einen Au-

ges mit dem Finger die Geſichtsaxen nach verſchiedenen Punkten richtet, ſo erſcheinen auch alle Sachen doppelt.

Wenn die Augenaxen natürlich nach einem Punkte c gerichtet ſind, ſo erſcheinen zwar die Gegenſtände d und e doppelt, aber auch zugleich ſehr undeutlich. Eben dieſer Undeutlichkeit wegen, und weil wir nur immer auf das, was wir betrachten, Acht geben, bemerken wir dieſe doppelten Erſcheinungen nur, wenn der Eindruck der Gegenſtände d und e lebhaft iſt, oder ſonſt durch irgend einen Umſtand Aufmerkſamkeit erreget. So erſcheinet uns z. B. bey Betrachtung einer Sache nahe vor die Augen gehalten die Lichtflamme doppelt, und wenn wir in die Ferne ſehen, ſo ſtellt ſich ein Finger ſchnell gegen das Auge gebracht doppelt in ſelbigem dar u. ſ. f.

M. ſ. **Smith** vollſtändiger Lehrbegriff der Optik durch **Käſtner**. B. I. Cap. 5. §. 137 f.

Hufeiſen, magnetiſche, ſ. **Magnet**.

Hügel ſ. **Berge**.

Hydraulik (hydraulica, hydraulique) iſt diejenige Wiſſenſchaft, welche von den Geſetzen der Bewegung des Waſſers handelt; unter Waſſer wird aber hier eine jede tropfbar flüſſige Materie verſtanden. Die Geſetze der Bewegungen flüſſiger Materien zu entwickeln, iſt mit ungleich größerer Schwierigkeit verbunden, als bey den feſten Körpern, weil ein Theil einer flüſſigen Materie in Bewegung kommen kann, der andere aber unbewegt bleibt, oder auch weil die Theile derſelben gar verſchiedene Bewegungen erhalten können. Man ſieht daraus, daß nothwendig ſehr verwickelte Rechnungen entſtehen müſſen, die Kenntniſſe in der höhern Mathematik vorausſetzen. Wenn indeſſen eine flüſſige Maſſe in Gefäßen und in Canälen eingeſchloſſen iſt, welche entweder durch Oeffnungen ausfließt, oder in Canälen fortläuft, ſo iſt alsdann derſelben der Weg vorgezeichnet, in welchem ſie fortgehen ſoll, und es kömmt nun bloß darauf an, ihre Geſchwindigkeit zu ſuchen. Die leichteſten Fälle ſolcher Unterſuchungen, bey welchen aber doch noth-

wendig Kenntniß in der gemeinen Algebra vorausgeſetzet wird, hat man in eine Wiſſenſchaft gebracht, welche die gemeine **Hydraulik** heißt, und welche man von der **höhern**, oder der **Hydrodynamik** unterſcheidet. So rechnet man zur gemeinen Hydraulik Lehren von der Bewegung des Waſſers in Röhren oder Canälen, welches zu verſchiedenem Gebrauche in die Höhe, wie z. B. in Pumpenröhren gehoben wird.

Bey den Alten waren bereits verſchiedene hydrauliſche Maſchinen zur Erhebung des Waſſers bekannt. **Vitruv** α) ſchreibt dem **Archimed** die Erfindung der Waſſerſchraube, und die des Druckwerks mit doppeltem Stiefel dem Cteſibius von Alexandrien zu. Des Cteſibius Schüler, Heron von Alexandrien, hat in einer eigenen Schrift β) eine Menge hydrauliſcher Maſchinen und verſchiedene Arten von Springbrunnen geſammelt, welche meiſtens auf dem Druck der Luft und ihren übrigen Eigenſchaften beruhen. M. ſ. **Springbrunnen.**

Der **P. Schott** γ) und **Böckler** δ) haben Beſchreibungen von einer großen Menge Springbrunnen und anderer hydrauliſchen Maſchinen, jedoch ohne richtige Theorie davon, gegeben. Eine vorzüglich ſchätzbare praktiſche Sammlung der meiſten hydrauliſchen Maſchinen, auf weit beſſern Gründen beruhend, hat **Leupold** ε) mitgetheilet, wiewohl ſeine Theorie doch noch ſehr mangelhaft war. Der erſte, welcher die Theorie der hydrauliſchen Maſchinen aus guten Gründen zu entwickeln ſuchte, war **Mariotte** ζ). Nachher wurde ſie immer mehr vervollkommnet und durch neue Erfindungen erweitert. Alle dieſe Erweiterungen mit gehö-

α) De architectura. lib. X. cap. 12.
β) Πνευματικῶν ſ. ſpiritalium liber, ed. a Command. Paris 1575. 4.
γ) Mechanica hydraulico-pneumatica. Herbip. 1657. 4.
δ) Architectura curioſa, oder Bau- und Waſſerkunſt. Nürnberg 1704. fol.
ε) Theatrum machinarum hydraulicarum. Tomi II. Leipz. 1725. und 1728. fol.
ζ) Traité du mouvement des eaux. Paris 1686. 8. Mariotte's Grundlehre der Hydroſtatik und Hydraulik; a. d. Fr. von D. Meinig. Leipz. 1723. 8.

riger Theorie und derſelben Anwendung verbunden hat **Belidor** [α]) in einem großen Werke zuſammengetragen.

Hydrodynamik (hydrodynamica, hydrodynamique) iſt die Wiſſenſchaft, welche die Geſetze der Bewegungen flüſſiger Bewegungen im Allgemeinen angibt. Die erſten Gründe dieſer Wiſſenſchaft wurden von den Schülern des Galilei in Italien, um die Mitte des ſiebenzehnten Jahrhunderts, geleget. Ein Benediktiner von Monte Caſino, **Caſtelli** [β]), war der erſte, welcher eine Unterſuchung über das Geſetz der Geſchwindigkeit, womit das Waſſer aus engen Oeffnungen der Gefäße ausläuft, anſtellte, und glaubte aus Erfahrungen zu finden, die Geſchwindigkeit verhalte ſich wie die Waſſerhöhe. Allein Torricelli [γ]) und **Baliani** [δ]) behaupteten dagegen, daß ſich die Geſchwindigkeiten, mit welchen das Waſſer aus den Oeffnungen der Gefäße auslaufe, wie die Quadratwurzeln der Waſſerhöhen verhalten. Torizelli's Lehre wurde nachher von **Mariotte** [ε]) durch Erfahrungen beſtätiget, und **Geo. Friedr. Richter** [ζ]) ſuchte ſie zu beweiſen. Der **P. Franceſco Eſchinardo** [η]) glaubte, es ſey beydes wahr: bey Waſſer, welches zur Oeffnung eines Gefäßes herausläuft, verhalte ſich die Geſchwindigkeit wie die Quadratwurzel der Waſſerhöhe, aber wie die Höhe ſelbſt, wenn es in einem Canale fließe, welcher von oben bis unten offen iſt, wie in Gräben, dadurch es aus Sümpfen u. dergl. abgeleitet würde. **Domenico Guilielmini** [θ]) behauptete Torricelli's Satz durch einen Verſuch,

α) Architecture hydraulique. Paris 1737. IV Vol. gr. 4. Architectura hydraulica; von Belidor mit Wolfs Vorrede. Augſb. 1740 — 1769. 4 Bände kl. Fol.

β) Della miſura dell' acque correnti. Rom. 1640. und in der nuova raccolta d'autori che trattano dell moto dell' acque. Parma 1766. VI Tom. 4.

γ) Dell moto dei gravi. Firenz. 1644. 4.

δ) De motu naturali grauium. Geneuae 1646. 4.

ε) Traité du mouvement des eaux. Paris 1686. 8.

ζ) Noua litteralia anni 1720. auct. *Jo. Gottl. Kranſio.* Lipſ. p. 150.

η) Dell' impeto. 1684.

θ) Menſura aquarum fluentium. Bonon. 1690. 4. imgl. de natura fluminum; in Guilielmini opp. *Genev.* 1719. 4.

ſuch, **Varignon** [α]) und **Hermann** [β]) gaben Beweiſe davon [γ]).

Die erſten, welche die Geſetze der Bewegung des Waſſers, und insbeſondere die Beſchleunigung deſſelben mit Hülfe der Integralrechnung vollſtändiger auseinanderſetzten, waren die beyden **Bernoulli**. Der Vater, **Johann Bernoulli** [δ]), gründete ſeine Lehren auf die bewieſenen Sätze der allgemeinen Mechanik. Der Sohn, **Daniel Bernoulli** [ε]), aber bauete ſeine Lehren auf den Grundſatz der lebendigen Kräfte. **Euler** [ζ]) ſuchte in verſchiedenen akademiſchen Abhandlungen der Methode des ältern **Bernoulli** mehr Allgemeinheit zu geben, und von ſelbiger praktiſche Anwendungen zu machen. Der Herr **von Segner** [η]) kleidete das, was die beyden **Bernoulli** analytiſch bewieſen hatten, in einen kurzen ſynthetiſchen Vortrag ein. **D'Alembert** [θ]) hat bey der Bewegung flüſſiger Körper eben die Methode gebrauchet, deren er ſich in ſeiner Mechanik bedienet hat, tadelt übrigens **Daniel Bernoulli**, daß er die Erhaltung der lebendigen Kräfte nicht vollkommen richtig angebracht habe. **Mac-Laurin** [ι]) ſucht **Newton's** Lehren vom Ausfluſſe aus einem Gefäße zu erläutern. Er bemerket, daß die Schwere, welche in die ganze Maſſe Waſſer im Gefäße wirket, dreyerley verurſachen muß. Sie beſchleuniget wenigſtens eine Zeit-

 lang

α) Mém. de l'Academ. roy. des ſcienc. de Paris 1699. et 1703.

β) Phoronomia ſ. de viribus et motibus corporum fluidorum et ſolidorum libri II. Amſt. 1716. 4.

γ) *Poleni* de caſtellis Flor. 1718. u. Ital. unter dem Titel, delle Peſcaje; in der nuova raccolta Vol. III.

δ) Hydraulica nunc primum detecta ac demonſtrata directe ex fundamentis pure mechanicis ann. 1732. in opp. Tom. IV.

ε) Hydrodynamica ſ. de viribus et motibus fluidorum commentarii. Argent. 1738. 4.

ζ) Mémoir. de Berlin 1750. 1751. 1752. 1754. Nov. comment. Petrop. Tom. VI. und principes généraux du mouvement des fluides. mém. de Berlin 1755. p. 274 ſqq.

η) Exercitationum hydraulicarum faſciculus. Goett. 1747. 4.

θ) Traité de l'équilibre et du mouvement des fluides pour ſervir de ſuite au traité de dynamique à Paris 1744. 4.

ι) A Treatiſe on Fluxions in two Books. Ediub. 1742. 2 Bände 4. Book I. art. 537.

lang das Waſſer, welches im Gefäße hinabſinkt, ſie verurſachet, daß das Waſſer, das zur Oeffnung hinausläuft, mehr Bewegung hat, als es mit dem übrigen Waſſer gemeiniglich haben würde, und ſie wirkt auch auf den Boden des Gefäßes. Herr **Käſtner**[α]) trägt die Theorie von der Bewegung flüſſiger Materien nach **Johann Bernoulli** mit Vergleichung der euleriſchen Methode vor, und gibt dabey von den ältern Schriftſtellern ſehr vollſtändige Nachrichten. Auch Herr **Karſten**[β]) hat die Theorie mit häufigen praktiſchen Anwendungen, meiſt nach **Eulers** Methode, jedoch zugleich mit Vergleichung der Lehren beyder **Bernoulli's** vorgetragen.

Von den neuern hierher gehörigen Lehrbüchern der Hydraulik und Hydrodynamik ſind folgende zu bemerken: **Bernhard**[γ]), Condirektor der königlichen Sternwarte beym Seeweſen zu Marſeille, Abt **Boſſut**[δ]), **Karl Chr. Langsdorf**[ε]), **Johann Georg Büſch**[ζ]), **von Büat**[η]). Eines der vorzüglichſten, aber noch nicht vollendeten Werkes iſt das vom Herrn von **Prony**[θ]), deſſen Plan dahin gehet, die ganzen mechaniſchen Wiſſenſchaften ausführlich abzuhandeln.

Hydrau-

α) Anfangsgründe der Hydrodynamik. Götting. 1769. 8. 2te verm. Ausgabe Götting. 1797.

β) Lehrbegriff der geſammten Mathematik. Greifsw. 1770. u. 1771. 5ter und 6ter Theil 8.

γ) Neue Grundlehren der Hydraulik mit ihrer Anwendung auf die wichtigſten Theile der Hydrotechnik; a. d. Franz. überſ. u. mit Anmerk. herausg. von Langsdorf. Gießen 1790. 8.

δ) Lehrbegriff der Hydrodynamik nach Theorie und Erfahrung; aus dem Franz. mit Anmerk. und Zuſätz. von Langsdorf, 2 Bände. Frankf. am Mayn 1791. 1792. 8.

ε) Lehrbegriff der Hydraulik mit beſtändiger Rückſicht auf die Erfahrung. Altenb. 1794. 4. Fortſetzung des Lehrbegriffs der Hydraulik, welche eine Theorie der Schwungräder und ihrer Anwendung bey Maſchinen enthält. Altenb. 1796.

ζ) Verſuch einer Mathematik zum Nutzen und Vergnügen des bürgerl. Lebens, 3ten Theiles 2ter Band. Hamburg 1796.

η) Grundlehren der Hydraulik; a. d. Franz. überſ. mit Anmerk. u. Zuſätz. von Joh. Fried. Lempe. Th. 1. Leipz. 1796.

θ) Nouvelle architecture hydraulique etc. prem. partie à Paris 1790. ſecond. part. contenant la déſcription detaillée des machines à feu. à Paris 1796. 4. Neue Architektura Hydraulika vom Herrn

von

Hydrauliſche Maſchine, Segners ſ. **Segners hydrauliſche Maſchine.**

Hydrogen ſ. **Waſſerſtoff.**

Hydrographie (hydrographia, hydrographie) iſt derjenige Theil der mathematiſchen Geographie, welcher die Gründe von der Beſchiffung des Meeres enthält. Dahin gehören die Lehren von dem Compaß, von der Erfindung des Weges zur See, von den Seecharten und loxodromiſchen Linien, von der Beſtimmung der Länge und Breite zur See.

Im ſiebenzehnten Jahrhunderte ſammelte der Jeſuit **Fournier** α) alles, was man hiervon zu ſeiner Zeit entdeckt hatte, zuſammen, ſo wie ebenfalls **Riccioli** dieß Geſchäft unternahm, und es in ſeinem geographiſchen Werke β) beyfügte. Der Engländer **Eduard Wright** γ) zeigte die Theorie der Seecharten, welche bereits ſchon **Mercator** verfertiget hatte. Nachher ſind alle die dahin gehörigen Lehren durch weitere Unterſuchungen und Beobachtungen, durch Erfindung zweckmäßiger Inſtrumente, Anwendung der höhern Mathematik u. d. g. gar ſehr erweitert und vervollkommnet worden. Die vorzüglichſten Schriften über die Schifffarth ſind von **Bouguer** δ), **Leveque** ε) und **Röhl** ζ). Das Nothwendigſte hiervon hat auch Herr **Bode** η) in möglichſter

von Prony, Ingenieur beym Brücken- und Straßenbau. Th. I. B. 1; welcher die Statik, Dynamik, Hydroſtatik und Hydrodynamik enthält; a. d. Franz von Langsdorf. Frankf. am M. 1794. gr. 4. Th. I. B. 2; welcher die allgemeinen Lehren von Maſchinen und dabey anwendbaren Kräfte und die phyſiſchen Umſtände enthält, welche auf Gleichgewicht und Bewegung Einfluß haben. Frankf. am Mayn 1795. 4.

α) Hydrographie. Paris 1653. fol.

β) Geographia et hydrographia reformata. Venet. 1622. fol.

γ) Certain errors in Navigation detected and corrected. the 2d. edit. Lond. 1657.

δ) Nouveau traité de navigation. Paris 1755. 1760. 1769. 4.

ε) Guide du Navigateur ou traité de la pratique des obſervations et des calculs neceſſaires au Navigateur. Paris 1778. 4.

ζ) Anleitung zur Steuermannskunſt. Greifsw. 1778. 8.

η) Kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde und der damit verwandten Wiſſenſchaften. Berlin 1778. 1793. 8.

lichſter Kürze vorgetragen, ſo wie Herr **la Lande** [α]) eine kurze, mit vielen Tafeln verſehene Anleitung zur Schifffarth überhaupt entworfen hat.

Hydrologie (hydrologia, hydrologie). Hierunter verſtehen **Wallerius** [β]), **Cartheuſer** [γ]) und **Monnet** [δ]) ſyſtematiſche Verzeichniſſe der verſchiedenen Wäſſer auf der Erdfläche, welche mehr oder weniger mit mancherley fremden Stoffen angeſchwängert ſind. Dieſe Wiſſenſchaft macht einen Theil der Naturgeſchichte aus.

Hydroſtatik (hydroſtatica, hydroſtatique) iſt die Wiſſenſchaft von den Geſetzen des Gleichgewichtes des Waſſers unter ſich und mit feſten Körpern. Unter dem Waſſer wird hier überhaupt eine jede tropfbar flüſſige Materie verſtanden. Dieſe Wiſſenſchaft gibt beſonders Unterricht vom Gleichgewichte tropfbar flüſſiger Materien in Gefäßen und vom Druck gegen ſelbige, vom Gleichgewichte des Waſſers mit feſten Körpern, und von den ſpecifiſchen Gewichten feſter und flüſſiger Körper.

Archimedes [ε]) war der Erfinder der hydroſtatiſchen Geſetze, welche das Gleichgewicht flüſſiger Körper mit den feſten betreffen, von dem noch zwey Bücher von ſchwimmenden Körpern vorhanden ſind. Mit dieſen Geſetzen des Archimedes hat man ſich bis zum ſiebenzehnten Jahrhunderte begnüget. In dieſem fügten **Marino Gheraldi** [ζ]) und **Galilei** [η]) noch einige Entdeckungen hinzu.

Die Lehren von dem Gleichgewichte des Drucks der flüſſigen Materien unter ſich ſind erſt in der letztern Hälfte des ſieben-

α) Abrégé de navigation hiſtorique, théorique et pratique à Paris 1793. 4.

β) Hydrologie, eller Watturiket. Stockholm 1748. Hydrologie oder Waſſerreich überſ. von Denſo. Berlin 1751. 8.

γ) Rudimenta hydrologiae ſyſtematicae. Frank. ad Viad. 1758. 8.

δ) Nouvelle hydrologie à Londres 1772. 8.

ε) Περὶ τῶν ὀχουμένων, βιβλ. β. de inſidentibus humido libri II. in opp. Archimedis p. *Dav. Rivaltum.* Paris 1615. fol.

ζ) Archimedes promotus. Romae 1603.

η) Diſcorſo intorno alle coſe, che ſtanno ſu l'acqua o che in quella ſi muovono, opere di *Galileo Galilei.* Firenz. 1718. 4. maj. Tom. I. p. 221.

ſiebenzehnten Jahrhunderts von **Boyle** α) und **Mariotte** β) bearbeitet worden.

Daniel Bernoulli γ) hat auch den Lehrſatz vom Gleichgewichte flüſſiger Körper in communicirenden Röhren ſchärfer, als vor ihm geſchehen war, bewieſen. Zugleich ſucht er darzuthun, daß die Oberfläche des ſtillſtehenden Waſſers jederzeit horizontal ſtehen müſſe; dagegen aber hat **D'Alembert** δ) verſchiedene nicht ungegründete Einwendungen gemacht; dieſerwegen iſt dieſer Satz nachher lieber als ein Erfahrungsſatz angenommen worden.

Die erſten Gründe der Hydroſtatik findet man übrigens in allen Lehrbüchern der angewandten Mathematik.

Hydrometriſche Flügel, Woltmanns ſ. **Windmeſſer.**

Hydroſtatiſche Wage ſ. **Wage, hydroſtatiſche.**

Hyetometer ſ. **Regenmaß.**

Hygrometer, Notiometer, Hygroſkop, Feuchtigkeitsmaß (hygrometrum, notiometrum, hygroſcopium, hygrométre, notiométre, hygroſcope) iſt ein Werkzeug, welches anzeigen ſoll, in welchem Grade die Luft geneigt iſt, den Körpern Feuchtigkeit mitzutheilen.

Es iſt eine bekannte Erfahrung, daß verſchiedene Körper die in der Luft ſich befindende Feuchtigkeit gleichſam einſaugen, und dadurch entweder eine Ausdehnung, oder ein Aufquellen in die Breite, mithin nach der Richtung der Länge ihrer Faſern eine Verkürzung erleiden, wie z. B. Darmſaiten, Holz, Papier, Pergamen, Elfenbein, Fiſchbein, Federkiel, Haare, Stricke u. ſ. w. Darmſaiten und hänfene Stricke winden ſich in feuchter Luft mehr auf, ſchwellen auf, und werden dadurch verkürzt; Tannenholz quillt nach der Richtung, welche ſeine Faſern rechtwinklig durchſchneiden, daher bey feuchter Witterung Fenſter und Thüren verquellen u. ſ. f. Dieſe Erfahrungen gaben Veranlaſſung, durch dergleichen

α) Paradoxa hydroſtatica; in opp. var. Genev. 1680. 4.

β) Traité du mouvement des eaux. à Paris 1686. 8.

γ) Hydrodynamica ſect. II. §. 1 ſqq.

δ) Traité des fluides. art. 13.

gleichen Körper die in der Luft enthaltene Feuchtigkeit zu beſtimmen.

In den ältern Zeiten hat man gar nicht darauf gedacht, durch richtig angeſtellte Verſuche beſtimmte Begriffe und aus Erfahrung erwieſene Grundſätze feſt zu ſetzen, um Werkzeuge dieſer Art zu verfertigen, welche in ihrem Gange übereinſtimmend und feſt wären. Erſt in den neuern Zeiten haben ſich beſonders die Herrn **de Sauſſüre** und **de Lüc** beeifert, feſte und beſtimmte Grundſätze in die Hygrologie und Hygrometrie einzuführen. Es verdienen alle die von dieſen beyden Männern angegebenen Hygrometer dieſen Nahmen gar nicht, indem ſie nichts weiter als Hygroſkope ſind. Eine Menge beſonderer Einrichtungen von dieſen findet man beym **Krünitz** *). Herr **de Lüc** hat ſeine Theorie in mehreren Abhandlungen β) weitläuftig vorgetragen, und die verſchiedentlich abgeänderten mühſamen Verſuche erzählet, auf welche ſie ſich gründet. Der Grund dieſer Theorie iſt kürzlich dieſer:

Im ganz allgemeinen Verſtande kann man **Feuchtigkeit** als unſichtbares Waſſer annehmen, welches bemerkbare Erſcheinungen zu Wege bringet. Solche Subſtanzen, welche durch ihre Veränderung die in einem Medium befindliche Feuchtigkeit anzeigen, heißen **hygroſkopiſche Körper**. In einem Medium iſt gar keine Feuchtigkeit da, wenn es keinen Dampf enthält, und in einem hygroſkopiſchen Körper befindet ſich keine Feuchtigkeit, wenn er weiter kein Waſſer enthält, welches ohne Zerſetzung ſeiner Beſtandtheile verdunſten kann. Dagegen erreichet in einem Medium die Feuchtigkeit den höchſten Grad, wenn kein Dampf weiter hineingebracht werden kann ohne ſich zu zerſetzen, und im hygroſkopiſchen Körper, wenn er weiter kein Waſſer in ſich nehmen

*) Encyclopädie. Art. Hygrometer. B. 27.

β) Ideen über die Meteorologie. Th. I. Abth. I. Cap 2. u. 3. Ueber die Hygrometrie. Philoſoph. transact. Vol. LXXXI. 1791. P. I. p. 1 ſq. P. II. p. 389.; überſ in Grens Journ. der Phyſ. B. V. S. 279. u. f. imgl. über die Ausdünſtung. Vol. LXXXII. 1792. P. II. p. 400.; überſ. ebendaſ. B. VIII. S. 141. u. f.

men kann. Weil beyde Extremen im Medium und im hygroſkopiſchen Körper der Natur der Sache nach mit einander correſpondiren, ſo erlangt man dadurch zwey feſte Punkte, bey welchen beſtimmte Grade der Feuchtigkeit des Mediums, vermöge beſtimmter Veränderungen des hygroſkopiſchen Körpers angezeiget werden; mithin werden auch dazwiſchen fallende Veränderungen des hygroſkopiſchen Körpers Zwiſchengrade der Feuchtigkeit angeben, wenigſtens in derſelben Ordnung, wenn auch nicht völlig in gleichem Verhältniſſe. Hieraus iſt es auch begreiflich, daß keinesweges der Zuſtand eines hygroſkopiſchen Körpers die Quantität des Dampfes anzeige, welcher in einem luftvollen oder luftleeren Raume enthalten iſt. Er zeigt bloß die Fähigkeit des Mediums an, Waſſer mitzutheilen. Dieſe Fähigkeit iſt dem jedesmahligen Verhältniſſe zwiſchen der Quantität des Dampfes und dem der Temperatur correſpondirenden Maximum des Dampfes proportional. Man irret ſich alſo, wenn man der Meinung iſt, daß das Hygrometer die Gegenwart oder Abweſenheit alles wäſſerigen, alſo auch des elaſtiſchen Waſſerdampfes in der Atmoſphäre anzeige. Vielmehr lehren die Erfahrungen des Herrn **de Lüc** und des Herrn **Watt**, daß hygroſkopiſche Körper im Waſſerdampfe Trockenheit zeigen, wenn der Dampf durch nöthige Wärme durchaus im elaſtiſchen Zuſtande erhalten werden kann. Nur alsdann, wenn durch Erkaltung oder Zuſammendruckung ein Theil des elaſtiſchen Waſſerdampfes zerſetzet wird, entſtehet Feuchtigkeit, welche das Hygrometer angibt.

Die älteſten Einrichtungen dieſer Art haben **Leupold** *) und **Wolf** β) beſchrieben. Es würde ganz wider den Zweck ſeyn, dergleichen hier ausführlich anzugeben, da ſie alle auch nicht den geringſten Grad von Vollkommenheit beſitzen. Die von **Leupold** und **Wolf** angegebenen haben zu den hygroſkopiſchen Subſtanzen hänfene Schnuren oder Darmſaiten, welche um eine Rolle geleget ſind, und an dem einen Ende

*) Theatrum aëroſtaticum. cap. VII. S. 288. u. f.

β) Nützliche Verſuche. Th. II. Cap. 7.

Ende ein kleines Gewicht mit einem Zeiger hängend halten, welcher letztere die auf einer ebenen Fläche gezeichneten Grade der verſchiedenen Feuchtigkeit der Luft anzeigen. Dalancé [α]) bediente ſich zur hygroſkopiſchen Subſtanz eines Streifen Papiers, welcher zwiſchen zwey feſt ſtehende Säulen ausgeſpannt, und in der Mitte mit einem kleinen Gewichte beſchweret war. In der feuchten Luft dehnt ſich dieſer Streif aus, die Spannung wird geringer, das Gewicht ſinkt ein wenig, und gibt durch ſeinen Zeiger an einer Skale die Größe des Sinkens an. Der P. **Maignan** nahm zum hygroſkopiſchen Körper eine Granne von dem ſo genannten Wildhafer, welche ſehr empfindlich gegen die Feuchtigkeit iſt; er ſchloß ſie nämlich in ein Gehäuſe ein, deſſen oberer Umkreis in Grade getheilet war, und bog die Spitze der Granne wie einen Zeiger um. Allein eine ſolche Granne verlieret die Empfindlichkeit gegen die Feuchtigkeit, ſo bald ſie trocken geworden iſt. Dieſerwegen gebrauchte **Sturm** [β]) lieber eine Darmſaite, ſchloß ſie aber in Glasröhren ein, wodurch ſie dann aber freylich der Luft, als welche doch derſelben ihre Feuchtigkeit abgeben ſollte, ganz entzogen wurde.

Eine andere Art von Hygrometern beſtimmt die Feuchtigkeit durch das veränderte Gewicht der Körper, welche ſie in ſich nehmen. So hängt man Schwämme, welche vorher in Salmiakauflöſung eingetauchet, und nachher wieder getrocknet werden, in der freyen Luft an eine Wage, und beſtimmt die Veränderungen ihres Gewichts durch die Grade des Ausſchlages oder durch Gegengewichte.

Die Mitglieder der florentiner Akademie del Cimento [γ]) gebrauchten eine andere Methode, die Menge der in der Luft enthaltenen Feuchtigkeit zu meſſen. Sie nahmen ein koniſches gläſernes Gefäß, füllten es mit Schnee oder geſchabtem Eiſe, und ſetzen es ſo mit umgekehrter Spitze der freyen Luft aus,

α) Traité des barométres, thermométres et hygrométres. Amſt. 1688.
β) Collegium curioſum. Norimb. 1676. 4.
γ) Tentamina experimentor. natur. captorum in acad. del Cimento ed. van Muſſchenbroek. Lugd. Batav. 1731. 4.

aus, die Feuchtigkeit der Luft ſchlug ſich an der kalten Glasfläche nieder, und die Menge des abtröpfelnden Waſſers zeigte den Grad der Feuchtigkeit an. Statt dieſes koniſchen Gefäßes nimmt der Abt **Fontana** α) eine polirte Glasplatte von bekanntem Gewichte, erkältet ſie auf einen beſtimmten Grad, ſetzt ſie ſo der freyen Luft aus, und ſchließt alsdann hieraus aus der Vermehrung des Gewichtes auf den Grad der in der Luft enthaltenen Feuchtigkeit. Allein alle dieſe Methoden ſind viel zu mangelhaft, um mit Gewißheit auf beſtimmte Grade der Feuchtigkeit in der Luft ſchließen zu können. Man verließ ſie daher in den neuern Zeiten, und ging wieder zu der erſten Einrichtung zurück, bey welcher die Feuchtigkeit durch ihre unmittelbare Wirkung beſtimmt wird. **Lambert** β) ſtellte verſchiedene Verſuche über den Grad der Ausdünſtung des Waſſers an und ſuchte das ſturmiſche Hygrometer mit einer kurzen Darmſaite ſo zu verbeſſern, daß der Zeiger deſſelben ſogleich angeben ſollte, um wie viel ſich die in einem Cubikfuß Luft enthaltene Menge von Feuchtigkeit geändert habe.

Smeaton γ) gab ſich Mühe, das Hygrometer aus hänfenen Schnuren zu verbeſſern, und ihm feſte Punkte zu geben. Er nimmt eine 35 Zoll lange und $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{30}$ Zoll dicke Schnur, welche vorher in Salzwaſſer geſotten, gedehnt, und eine ganze Woche hindurch vermittelſt eines Gewichtes von 1 bis 2 Pfund geſpannt worden, dieſe wird oben an einem Wirbel von einer Violine befeſtiget, und endiget ſich unten an einem meſſingenen Drahte, welcher das Ende eines mit $\frac{1}{2}$ Pfund Gegengewicht beſchwerten Zeigers drehet. Der Zeiger iſt 12 Zoll lang, und weiſet auf einen Gradbogen, welcher von 0 bis 100 getheilet iſt. Es wird nämlich an einem trockenen Tage die wohl ausgetrocknete Schnur an ein

α) Saggio del real gabinetto di Firenze. p. 19.
β) Mém. de l'Acad. de Pruſſe 1769 et 772. Hygrometrie aus dem Franz. überſ Augsburg 1774. 8. Fortſetz 1775. 8.
γ) Philoſoph. transact. 1771. Vol. LXI. P. I. n. 24.

ein mäßiges Feuer geſtellet, und mit dem Wirbel ſo aufgewunden, daß der Zeiger auf o ſtehet. Hiernächſt wird ſie mit Waſſer ſo lange beſprengt, bis ſie dadurch weiter nicht verkürzet wird, worauf man alsdann den Gradbogen ſo weit näher oder weiter abruckt, daß der Zeiger in dieſer Lage den Punkt 100 trifft. Allein die Beſtimmung der feſten Punkte gibt keine hinreichende Gewißheit.

Das erſte Hygrometer, welches Herr **de Lüc** verfertigte, war von Elfenbein, welches mit andern ähnlichen vergleichbar war, und alle vorige bey weiten übertraf. Gleich nach Verfertigung desſelben gab er es dem Capitän **Phipps** auf einer Reiſe nach dem Nordpole mit *). Es beſtehet dieſes aus einem hohlen elfenbeinernen Cylinder 2″ 8‴ lang und inwendig $2\frac{1}{2}$‴ weit, welcher nur an dem einen Ende offen und $\frac{3}{16}$ Linien dick iſt, die obern 2″ der Länge ſind etwas dicker, und mit einer 13 — 14 Zoll langen Glasröhre verbunden. Dieſer Cylinder wird bey feuchter Witterung etwas geräumiger; das Queckſilber alſo, welches in ihm und in der gläſernen Röhre enthalten iſt, zeigt durchs Fallen Feuchtigkeit an, und durchs Steigen Trockenheit. Als den feſten Punkt der vollkommenen Näſſe nimmt er den an, bey welchem das Queckſilber ſteht, wenn man den Cylinder in ſchmelzendes Eis ſetzt. Nun mißt er an einem Queckſilberthermometer die Entfernungen der beyden feſten Punkte von einander, bricht die Kugel davon ab, und wiegt das in ihr befindliche Queckſilber. Aus dieſem Gewichte, und demjenigen Gewichte von Queckſilber, welches zur Füllung des Cylinders nöthig iſt, nebſt der Größe des gemeſſenen Abſtandes ſucht er die vierte Proportionalzahl, welche der Fundamentalabſtand des Hygrometers iſt. Dieſen Abſtand theilet er in 40 gleiche Theile, und trägt ſolcher Grade, wenn es der Raum verſtattet, noch mehrere auf, die Glasröhre bleibet oben offen, und wird bloß mit einem elfenbeinernen Deckel

*) Philoſ. transact. Vol. LXIII. n. 38. imgl. copie d'un mémoir. ſur un hygrométre comparable; in *Rozier* obſerv. ſur la phyſique May 1775. p. 381.

Deckel bedeckt. Wird nun hierbey ein Thermometer gebraucht, welches ebenfalls in 40 Grade eingetheilet iſt, ſo kann man beobachten, wie viel von der Aenderung am Stande des Hygrometers der Wärme, und wie viel der Feuchtigkeit zu zuſchreiben iſt. Es hat dieſes Hygrometer nur einen feſten Punkt, nämlich den der vollkommenen Näſſe; den Punkt der Trockenheit glaubt Herr **de Lüc** nicht ohne Feuer beſtimmen zu können, fürchtete aber, daß dadurch das Elfenbein eine große Aenderung erleiden würde. Mit dieſem Werkzeuge hat Herr **de Lüc** Beobachtungen angeſtellet, welche beweiſen, daß die Luft auf den Bergen ſtets trockener als in der Tiefe ſey. Dieſes Hygrometer hat Herr **de Lüc** in der Folge wieder verworfen, theils weil es ſehr unbequem, theils aber auch, weil es noch ſehr weit von der Vollkommenheit entfernet war.

Tobias Lowitz *), welcher ſich mit ſeinem Vater im Jahre 1772 in Aſtrachan aufhielt, fand daſelbſt am Ufer der Wolga dünne Schieferſteine, welche die Feuchtigkeit ſehr ſtark anzogen, aber auch eben ſo leicht wieder abdünſten laſſen. Eine kleine ſolche Tafel machte er glühend, und fand ihr Gewicht 175 Gran, die nachher mit Waſſer geſättiget 247 Gran wog, mithin hatte ſie von der vollkommenen Trockenheit bis zur Grenze der vollkommenen Näſſe 72 Gran Waſſer angenommen. Der ältere **Lowitz** brachte eine dünne runde Scheibe von dieſem Schiefer an den einen Arm einer ſehr empfindlichen Wage, welche an ein Bret befeſtiget war, und hing an den andern Arm eine Kette von Silberdraht, deren Ende an einem Schieber befeſtiget war, welcher ſich in einem Falz an der Seite des Bretes höher und niedriger ſtellen ließ. Durch Verſuche beſtimmte er nun den Stand des Schiebers, wenn die Wage im Gleichgewicht war; und wenn ſie 10 Gran Uebergewicht hatte, theilte er den Raum zwiſchen dieſen beyden feſten Punkten in 10 gleiche Theile ein, und trug dergleichen mehr fort, ſo

*) Göttingiſches Magazin der Wiſſenſchaften und der Litteratur. 3te Jahrg. 4tes Stück. S. 491.

viel nämlich nöthig waren. Hing man nun an den einen Arm dieſer Wage den Schiefer, an den andern ein Gewicht, daß dem Gewichte des ganz trockenen Schiefers gleich war, ſo zeigte der Schieber das Uebergewicht des Schiefers in Granen an, wenn man ihn mit dem Kettchen ſo ſtellte, daß die Wage ins Gleichgewicht kam. Ein Nonius am Schieber angebracht zeigte auch noch Zehntheile. **Lowitz** machte die Bemerkung, daß bey einem anhaltenden Regenwetter dieſes Hygrometer über 55 Gran, bey einer anhaltenden Hitze, von 113 Grad nach Fahrenheit, nur $\frac{1}{2}$ Gran Feuchtigkeit zeigte. Dieſen Schiefer hat er aber an keinem andern Orte finden können.

Der Herr **de Sauſſüre** *) war endlich aus ſeinen ſo mannigfaltig angeſtellten Beobachtungen ſo glücklich, die Gründe zur eigentlichen Theorie der Meſſung abſoluter Quantitäten der in der Luft ſchwebenden Feuchtigkeit zu legen. Die hygroſkopiſche Subſtanz iſt ein weiches, wo möglich blondes, aber nicht krauſes Menſchenhaar, welches wegen ſeiner Fettigkeit in einer Auflöſung von $7\frac{1}{2}$ Skrupel Sodaſalz in 30 Unzen Waſſer 30 Minuten lang, alsdann noch zweymahl etliche Minuten lang in reinem Waſſer gekocht, in kaltem Waſſer abgeſpült und an der Luft abgetrocknet werden muß. Der Herr **de Sauſſüre** fand, daß ein ſolches Haar ſich von dem Punkte der größten Feuchtigkeit bis zum Punkte der größten Trockenheit um 24 bis 25 Tauſendtheile ſeiner ganzen Länge ausdehne. Dieß Haar hatte er unten an einem feſten Punkte angehängt, und ſein oberes Ende um eine dünne Welle gewunden, welche einen Zeiger trug, der ihre Drehung auf einer Zifferſcheibe anzeigte. Die Spannung des Haares geſchiehet durch ein Gewicht von 3 bis 4 Gran, welches an einem ſeidenen Faden in entgegengeſetzter Richtung um eben dieſe Welle gewunden war. Dieſe Einrichtung des ſogenannten Haarhygrometers fand er aber

zur

*) Verſuch über die Hygrometrie; a. d. Fr. von J. D. Titius. Leipz. 1784. 8.

zur Fortbringung auf Reiſen ſehr unbequem, und erfand daher eine andere, welche als Reiſehygrometer dienen ſollte.

Den größten Punkt der Feuchtigkeit beſtimmt er auf folgende Art: er befeuchtet eine gläſerne Glocke inwendig überall mit Waſſer, hängt das Hygrometer darin auf, und ſetzt ſie ſo über einen Teller mit Waſſer. Verlängert ſich alsdann das Haar nach 5 bis 6 Stunden immer noch, ſo iſt es wegen der zu großen Empfindlichkeit ganz untauglich; hört es aber ſich zu verlängern auf, ſo ſteht nun der Zeiger auf dem Punkte der größten Feuchtigkeit. Geht endlich das Haar wieder zurück, ſo iſt es ebenfalls zum Hygrometer untauglich. Ueberhaupt muß dieſe Unterſuchung mit dem Haare mehrere Mahl in Zeitintervallen von einigen Tagen wiederhohlet werden, und bey jeder muß der Zeiger auf den nämlichen Punkt zeigen. Den Punkt der größten Trockenheit beſtimmt er alſo: er trocknet die Luft unter einer gläſernen Glocke mit einem Bleche, welches bis zum Glühen erhitzt iſt, worauf ein Pulver zu gleichen Theilen Salpeter und rohen Weinſtein verpuffet hat, und das daraus entſtandene beſtändige Laugenſalz mit dem Bleche zugleich eine Stunde lang im Glühen erhalten iſt. Dieſes Blech, welches wie ein halber Cylinder geformt iſt, wird ſo heiß, als ohne Zerſprengung der Glocke möglich iſt, unter ſelbige gebracht, das Hygrometer hineingehangen, und die Communication mit der äußern Luft am untern Rande durch Queckſilber abgeſchnitten: hierauf läßt man alles ſich abkühlen. Das Zeichen der vollkommenſten Trockenheit iſt dieſes, daß ſich das Haar durch die Wärme verlängern muß. Ein ganz völlig trockenes Haar wird, wenn die Wärme um 1 Grad Aenderung leidet, um 19 Milliontheile ſeiner ganzen Länge ausgedehnet. Uebrigens wird die Theilung, welche vom Punkte der größten Trockenheit bis zum Punkte der größten Feuchtigkeit geht, entweder in Grade des Kreiſes, oder in 100 Theile des Raumes gemacht.

Durch ſorgfältig angeſtellte Verſuche fand **de Sauſſüre**, daß ein Cubikfuß Luft bis auf den 8ten Grad ſeiner Skale ausgetrocknet, bey 14 bis 15 Grad Temperatur, nicht mehr als 11 Gran Waſſer in ſich nehmen könne, und meint dabey, daß dieſe Menge des Waſſers in der freyen Luft noch geringer ſey. Ging die Luft bey 14 bis 15 Grad Wärme bey der größten Trockenheit bis zur höchſten Feuchtigkeit über, ſo nahm ihre Elaſticität um $\frac{1}{54}$ zu, und das Manometer ſtieg darin von 27 Zoll bis 27 Zoll 6 Linien. Durch dieſe Beſtimmungen zeigt er nun, wie man die abſolute Quantität des in der Luft anzutreffenden Waſſers finden könne, nimmt aber auch dabey auf den Grad der Wärme Rückſicht, weil die nämliche Luft bey anderer Wärme eine ganz andere Wirkung auf das Hygrometer hat. Zuletzt geſtehet er, daß ſeine Verſuche doch noch nicht vollkommen genug ſeyn, und noch mehrere Berichtigung bedürfen.

Das Haarhygrometer des Herrn **de Sauſſüre** hat der Mechanikus **Riche in Paris** [a]) ſo abgeändert, daß ſtatt eines einzigen Haares acht mit einander verbunden werden, welche ihre Kräfte nach oben zu in einem Punkte vereinigen.

Herr **de Lüc** [b]) machte viele Einwürfe gegen die Beſtimmung der feſten Punkte und überhaupt gegen die Brauchbarkeit des Haares zum Hygrometer. Er glaubte, die größte Feuchtigkeit müßte nothwendig durch völlige Einſenkung im Waſſer beſtimmt werden; und zur Austrocknung der Luft hält er den Gebrauch des Kalkes für weit beſſer. Auch gibt er hier ſchon verſchiedene Verſuche über den Gang der Hygrometer und der ſeinigen neuen von Fiſchbeinſtreifen an.

Im

a) Lettre de M. *Sage* à M. *de la Metherie* etc. im Journal de phyſique 1789. p. 58.; überſ. in Grens Journal der Phyſik. B. I. S. 150. u. f.

b) Neue Ideen über die Meteorologie. Th. I. Cap. 3. S. 27.

Im Jahre 1783 gab die churpfälziſche Akademie der Wiſſenſchaften zu Mannheim eine Preisfrage auf, welche die Verfertigung übereinſtimmender Hygrometer betraf. Dieſen Preis erhielt Herr **Chiminello**, Aſtronom zu Padua, welcher einen Federkiel, der mit Queckſilber angefüllet iſt, zum Hygrometer vorſchlägt, den Punkt der größten Feuchtigkeit durch Einſenkung im Waſſer beſtimmt, und den andern feſten Punkt durch Ausſetzung des Inſtrumentes an die Sonne bey einer mittleren Trockenheit der Atmoſphäre, und bey 25 Grad Wärme nach Reaum. zu erlangen glaubt. Er bringt auch noch in dem Anhange zu dieſer Preisſchrift [a]) einige Einwürfe gegen die Einrichtung des Haarhygrometers des Herrn **de Sauſſüre**, gegen die Beſtimmung der feſten Punkte und den Gang desſelben, bey.

Der P. **Jean Baptiſte** zu Vincenza hat zum hygroſkopiſchen Körper einen Streif von Goldſchlägerblaſe vorgeſchlagen, welcher beynahe eben ſo wie das Haar bey de Sauſſüre angebracht wird. Er verfähret übrigens eben ſo wie de Sauſſüre, den Punkt der Feuchtigkeit zu beſtimmen; den andern feſten Punkt aber ſucht er durch Ausſetzung des Werkzeuges an eine bis 50 Grad nach Reaumür erhitzte Luft in einem verſchloſſenen Gefäße. Er meinet dadurch ein weit beſſeres und nicht ſo theueres Hygrometer als das von de Sauſſüre zu erhalten.

Herr **de Sauſſüre** hat ſich gegen dieſe drey Gegner, und beſonders gegen Herrn **de Lüc** ſtark vertheidiget [β]). Er glaubet, daß alle die Fehler, welche man an den Haarhygrometern wahrgenommen habe, bloß daher rührten, weil man dazu ſchlechte und verwerfliche Haare genommen habe. Das Fiſchbein, welches Herr de Lüc zur hygroſkopiſchen Subſtanz vorgeſchlagen habe, hält er wegen der zwiſchen ſeinen Faſern enthaltene ſchleimigen Materien für verdächtig, und

 ſchließt

a) Opuſcoli Scelti di Milano. Tom. IX. p. 1.
β) Défenſe de l'hygrométre à cheveu; in *Rozier* Journal de phyſique 1789. Janv. et Febr. 1788.

ſchließt aus de Lüc's eigenen Verſuchen, daß die Luft bereits ſchon mit Feuchtigkeit geſättiget ſey, wenn das Fiſchbeinhygrometer erſt 80 bis 81 Grade zeige.

Herr **de Lüc** hat ſein erſtes Hygrometer von Elfenbein mit Queckſilber bald wieder verworfen, und ein anderes erdacht, welches aus einem dünnen Spane von Elfenbein beſtand, welcher gehörig einen Zeiger drehete. Allein Herr **de Lüc** fand nach vielen neuen und wiederhohlten Verſuchen, daß das Elfenbein, ſo wie überhaupt alle Fäden, und das Menſchenhaar bey weiten keinen regelmäßigen Gang nehmen. Bey dieſen Verſuchen zeigten Streifen von Tannenholz, Federkiel, Fiſchbein u. ſ. ſenkrecht auf die Richtung der Längenfaſern ausgeſchnitten, in ihrem Gange Regelmäßigkeit, da Fäden von den nämlichen Materien nach der Länge der Faſern genommen den Streifen bey gleicher Feuchtigkeit gar ſehr voreilten, den Grad der größten Feuchtigkeit viel zu früh erreichten, bey zunehmender Feuchtigkeit des Mediums wieder zurückkamen, wie folgende Tabelle zeigt:

	Fiſchbein		Fiſchbein		
	Streifen	Faden	Streifen	Faden	
größte Trock.	0	0,0	55	88,8	
	5	12,1	60	91,3	
	10	30,1	65	93,6	
	15	41,1	70	95,6	
	20	51,1	75	97,6	
	25	59,1	80	98,6	
	30	65,6	85	99,6	
	35	71,1	90	100,1	
	40	76,5	95	100,5	
	45	81,8	100	100	gr. Feucht.
	50	85,8			

Herr **de Lüc** hat die Urſache von der Unregelmäßigkeit des Ganges der Fäden ſehr ſcharfſinnig zu entwickeln geſucht, und daraus den Zurückgang der Fäden beym größten Grade

der

der Feuchtigkeit, welche ſchon lange vorher ihren Einfluß äußert, erkläret. Uebrigens ſucht er ſeine Theorie durch ſehr viele Verſuche mit Fäden und Streifen zu beſtätigen, wobey Veränderung der Länge mit Veränderung des Gewichts verglichen wird, und gibt daher Thatſachen genug an, welche zu beweiſen ſcheinen, daß ſein vorgeſchlagenes Fiſchbeinhygrometer vor allen andern den Vorzug verdiene.

Sein Fiſchbeinhygrometer beſteht aus einem dünnen Streif von Fiſchbein, welcher nach der Quere der Faſern geſchnitten iſt. Dieſer Streif iſt am obern Ende in eine Art von Zange aus breit geſchlagenem und gekrümmten Drahte gefaßt, und vermittelſt eines dünnen Meſſingdrahtes mit einem Silberblättchen verbunden, deſſen Ende durch einen Stift in der Welle befeſtiget wird, welche den Zeiger auf der Scheibe drehet. Das untere Ende des Streifs iſt an einen beweglichen Querriegel des Geſtelles befeſtiget, welcher durch eine Schraube beweget wird, um erſt den Zeiger zu ſtellen. An der Welle iſt ein ſpiralförmig gedreheter Goldfaden mit dem einen Ende verbunden, mit dem andern aber befeſtiget, welcher als Gleichgewicht dienet, und auf den Streifen als ein Gewicht von ungefähr 12 Gran wirket. Die Axe hat ſehr kleine Zapfen, welche in eine Vertiefung des flachen Endes zweyer Schrauben laufen. Sie iſt aus zwey Theilen von verſchiedenen Durchmeſſern zuſammengeſetzet: der Streif wirkt auf den größern, und die Feder auf den kleinern Durchmeſſer.

Auch beſtimmt jetzt Herr **de Lüc** zwey feſte Punkte, nämlich den der größten Feuchtigkeit durch unmittelbares Eintauchen des ganzen Werkzeuges in Waſſer, und den der größten Trockenheit in einem genau verſchloſſenen und mit friſch ausgeglühetem, ungelöſchten Kalk zum Theil angefüllten zinnernen Gefäße. Die Entfernung beyder Punkte von einander, welche der Zeiger auf der Scheibe angibt, theilet er in 100 gleiche Theile.

Die Abweichungen des Haarhygrometers von dem des Herrn de Lüc zeiget folgende vom Herrn de Lüc angeführte Tafel. Man ſieht zugleich daraus, daß man ſich ſehr irre, wenn man aus gleichen Angaben beyder Hygrometer auch auf gleiche Grade von Feuchtigkeit ſchließen wolle. In der Trockenheit zeiget das Haar weit größere Veränderungen, ſteht hingegen beynahe faſt gänzlich ſtille, wenn das Medium gegen den Punkt der größten Feuchtigkeit kommt, und wird endlich, noch ehe ſelbige erreichet iſt, ſogar rückgängig.

	Fiſchbeinſtreif	Haar	Fiſchbeinſtreif	Haar
Trockenheit	0	0,0	55	88,4
	5	12,0	60	90,8
	10	29,9	65	92,8
	15	39,9	70	95,1
	20	50,8	75	97,1
	25	58,8	80	98,1
	30	65,3	85	99,1
	35	70,8	90	99,6
	40	76,1	95	100,0
	45	81,4	100	99,5
	50	85,4		

Ungeachtet aller der ſo ſehr mühſamen und mannigfaltig abgeänderten Unterſuchungen, welche die beyden Naturforſcher, die Herrn **de Sauſſüre** und **de Lüc** in Abſicht des Hygrometers angeſtellet haben, iſt es doch nicht zu läugnen, daß die Gründe der Hygrometrie, welche ſie aufgeführet haben, noch ſehr ſchwankend ſind, mithin die Folgen, die ſie daraus ziehen, nicht überall ſtatthaft ſind. Herr **Zylius** *) hat dieſe Gründe geprüft, und ſie bey weiten nicht allgemein richtig befunden. Es iſt zu bemerken, daß nur das liquide Waſſer feuchtmachend iſt, nicht aber das feſte oder das Eis, ſo

*) Prüfung der neuern Theorie des Herrn de Lüc vom Regen, und ſeiner daraus abgeleiteten Einwürfe gegen die Auflöſungstheorie. Berlin 1795. 8.

ſo wie auch nicht das Dampfförmige. Es bezieht ſich alſo Feuchtigkeit nur auf das Anziehen des liquiden Waſſers an einem Körper, und das Waſſer hört auf, feuchtmachend zu ſeyn, wenn es zum feſten Waſſer oder zum Dampf wird. Wenn das eine von zwey übereinſtimmenden Hygrometern in einem ſtark geheizten Zimmer ſteht, deſſen Luft mit dem elaſtiſchen Waſſerdampfe vermiſcht iſt, und ſeine hygroſkopiſche Subſtanz die Temperatur des Zimmers hat, ſo kann es einen ziemlichen Grad von Trockenheit anzeigen, während das andere, deſſen hygroſkopiſche Subſtanz kalt iſt, beym Hereinbringen ins Zimmer ſogleich große Feuchtigkeit anzeiget, eben weil es bloß als kalter Körper den Waſſerdampf zerſetzt. Es iſt folglich die Wirkung des Werkzeuges gar ſehr eingeſchränkt, und es iſt daher für die Meteorologie bey weitem nicht ſo wichtig, als es Herr **de Lüc** vorſtellt. Mehr hiermit Verwandtes unter dem Artikel, **Regen**.

Hygroſkop ſ. **Hygrometer.**

Hypomochlium ſ. **Hebel.**

Hypotheſe, Vorausſetzung, angenommener Satz (hypotheſis, ſuppoſitio, hypothèſe, ſuppoſition). In der Natur trifft man auf Phänomene, welche weder aus Erfahrungen noch daraus gemachten Vernunftſchlüſſen erkläret werden können; in ſolchen Fällen iſt man genöthiget, im voraus eine Urſache anzunehmen, aus welcher ſich dieſe Phänomene erklären laſſen. Eben dieſe im voraus angenommene Urſache nennt man eine **Hypotheſe**. Wenn die Hypotheſe einen hohen Grad von Wahrſcheinlichkeit erhalten ſoll, ſo muß ſie ſich auf Beobachtungen und Verſuche gründen, und keinem allgemein anerkannten Naturgeſetze entgegen, auch ſelbſt zur einfachſten und ungezwungenſten Erklärung der Phänomene hinreichend ſeyn. So gibt die Annahme des copernikaniſchen Syſtems, wenn es auch nicht mathematiſch erwieſen werden kann, einen ſolchen hohen Grad von Wahrſchein-

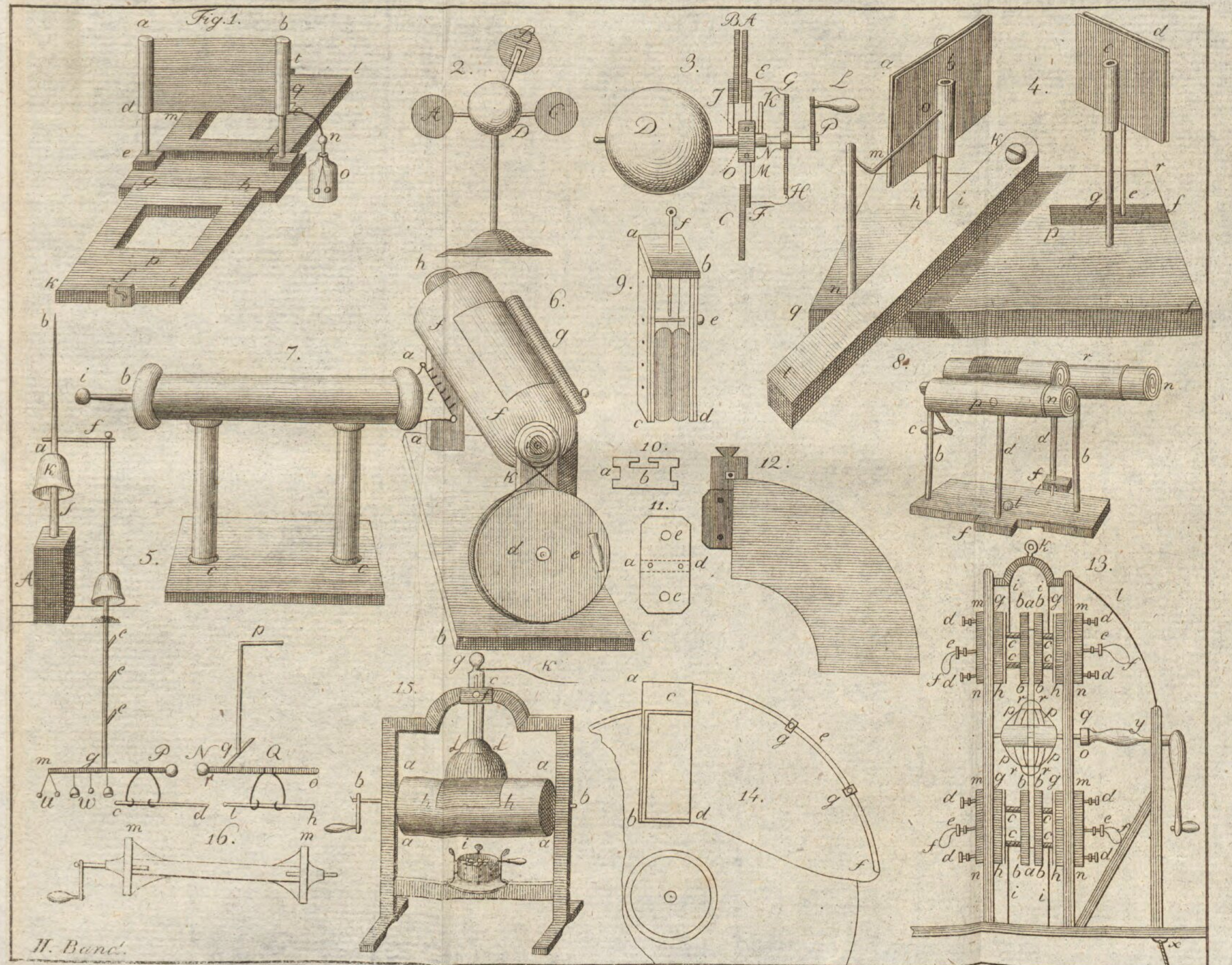
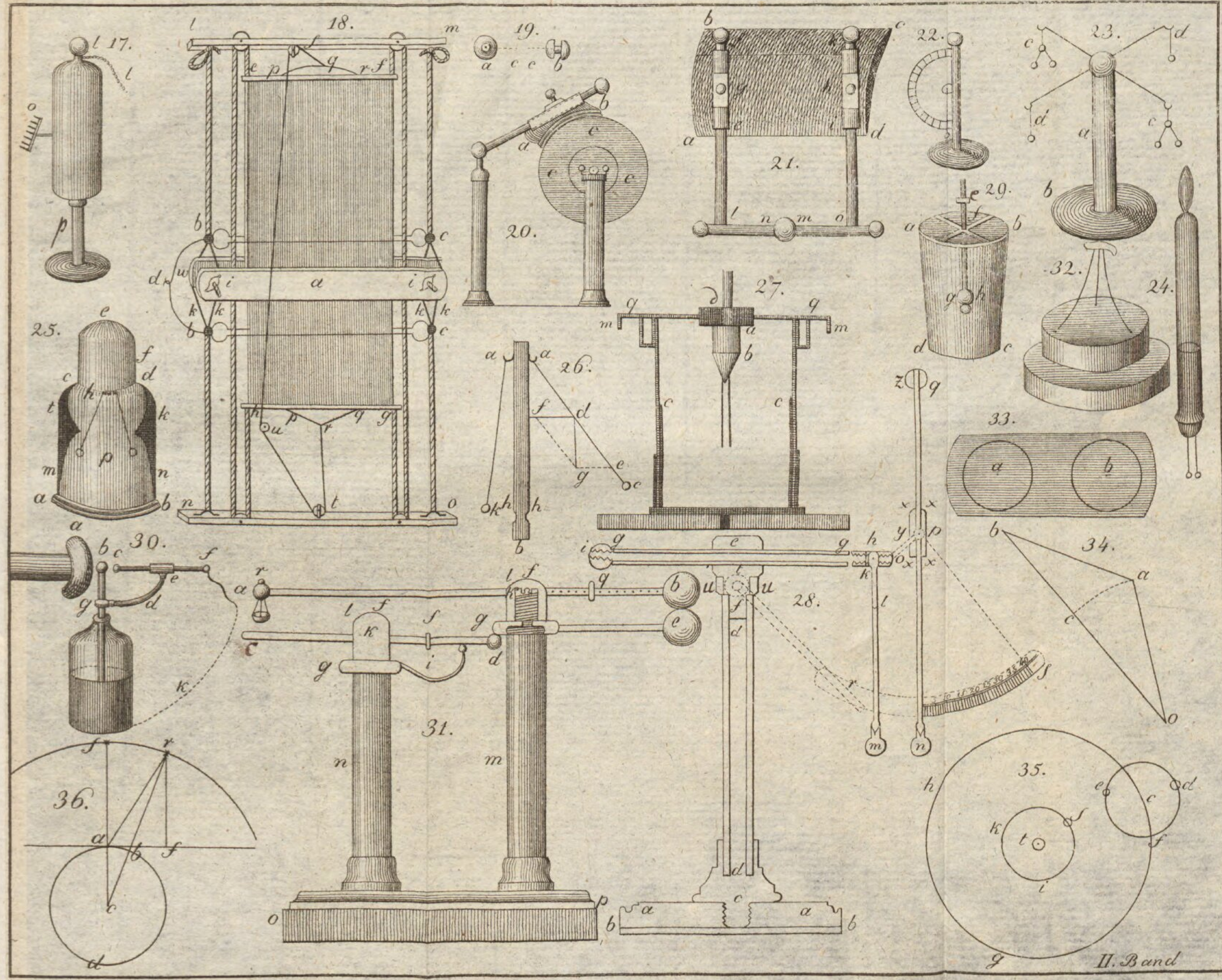
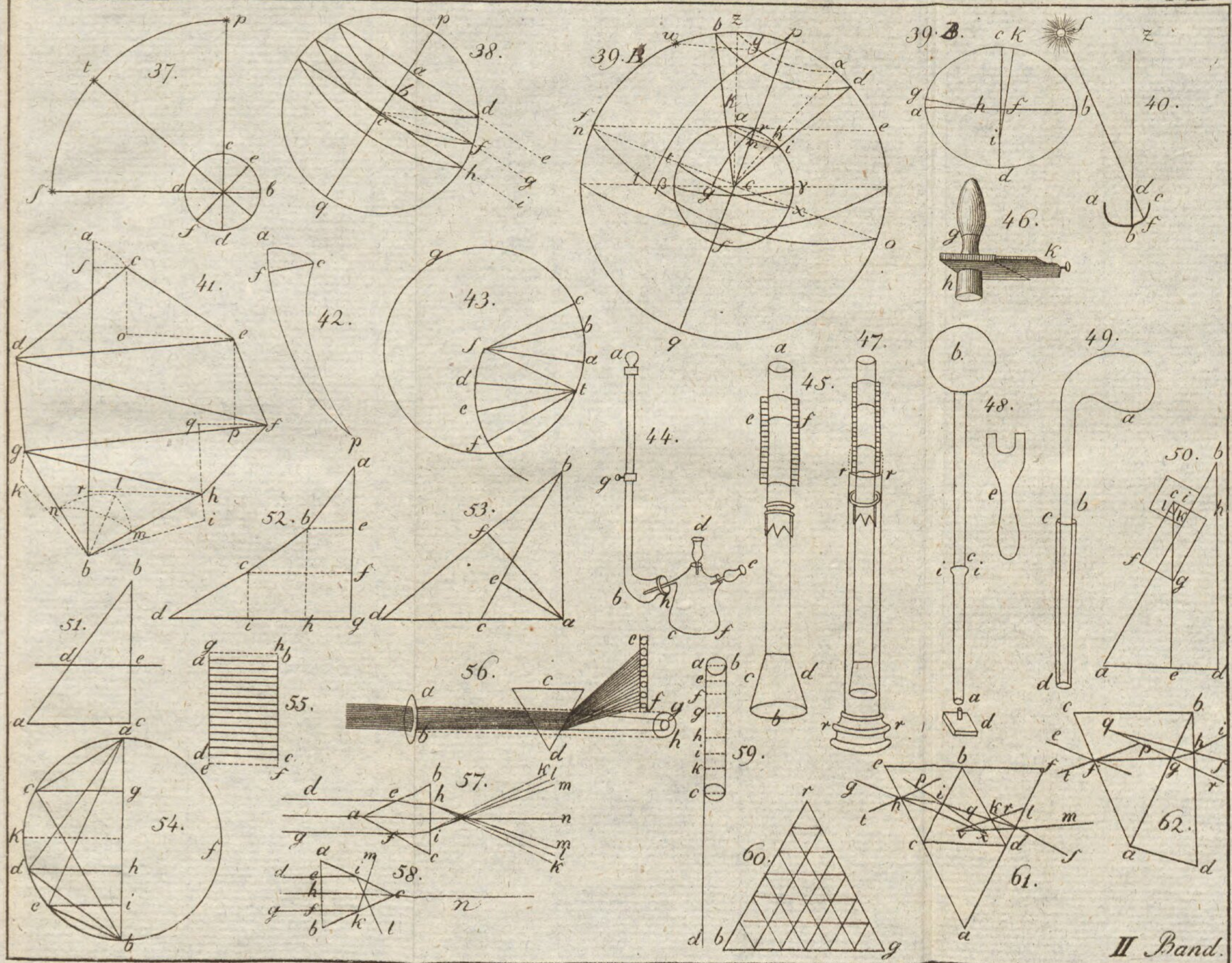
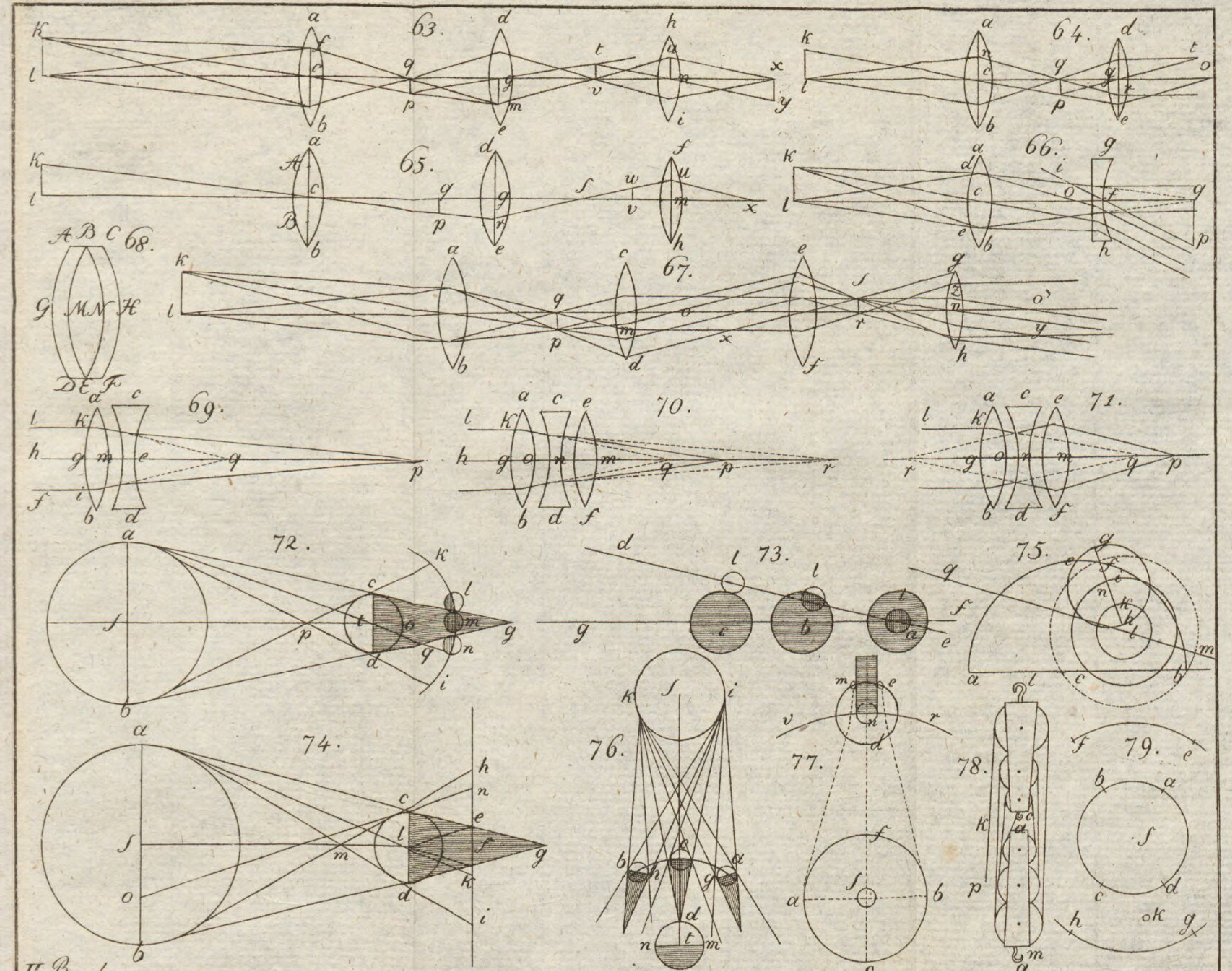
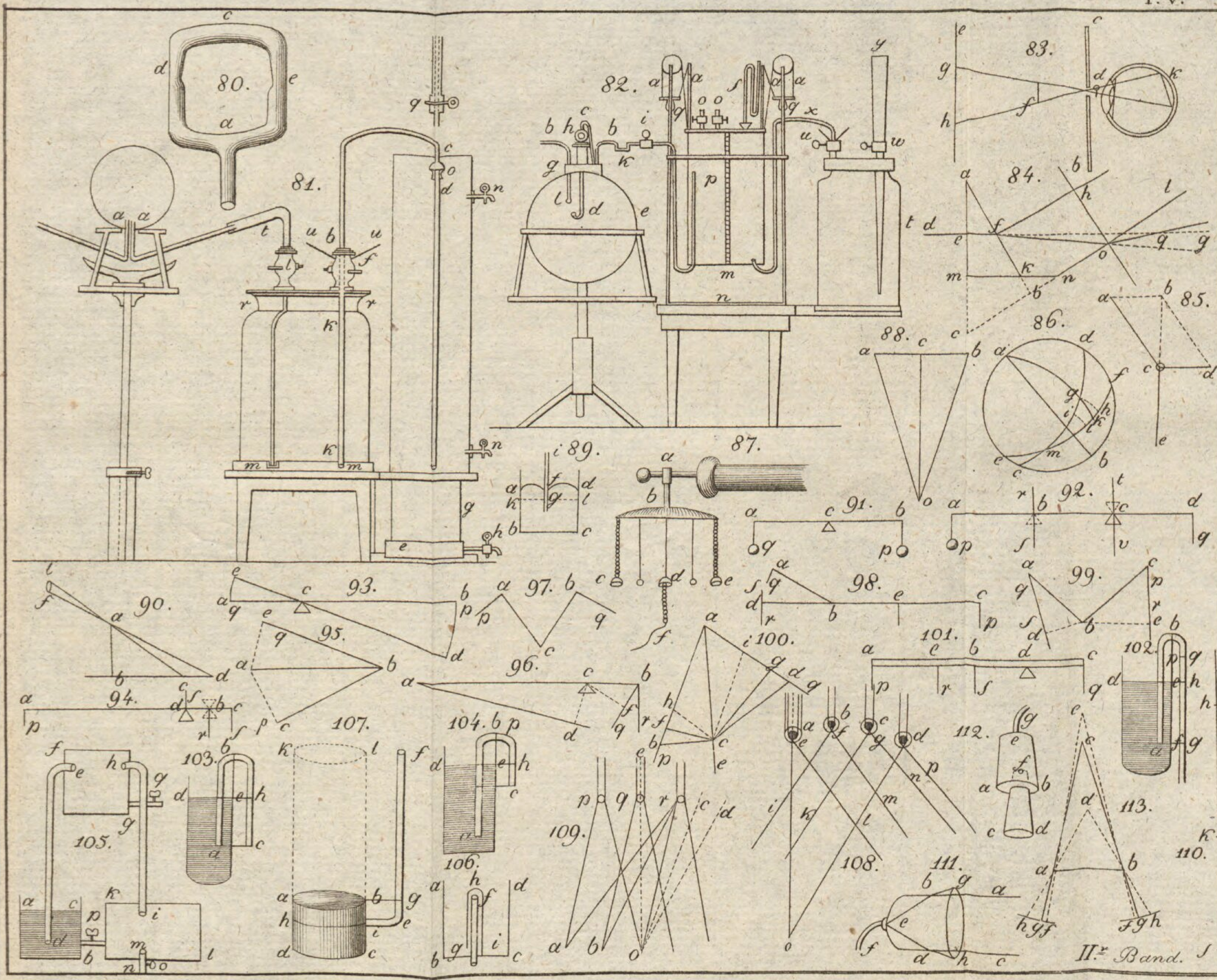


Fig.1.
II. Band.


17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.
25.
26.
27.
28.
29.
30.
31.
32.
33.
34.
35.
36.
II. Band


37.
38.
39. B.
39. B.
40.
41.
42.
43.
44.
45.
46.
47.
48.
49.
50.
51.
52.
53.
54.
55.
56.
57.
58.
59.
60.
61.
62.


63.
64.
65.
66.
67.
68.
69.
70.
71.
72.
73.
74.
75.
76.
77.
78.
79.


80.
81.
82.
83.
84.
85.
86.
87.
88.
89.
90.
91.
92.
93.
94.
95.
96.
97.
98.
99.
100.
101.
102.
103.
104.
105.
106.
107.
108.
109.
110.
111.
112.
113.
II.r Band.

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Fischer, Johann Carl, 1760-1833

Physikalisches Wörterbuch oder Erklärung der vornehmsten zur Physik gehö
rigen Begriffe und Kunstwörter Mit fünf Kupfertafeln in Quart

Bd.: 2

Göttingen 1799

Phys.g. 121 b-2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10131016-1
VD18 90032845